

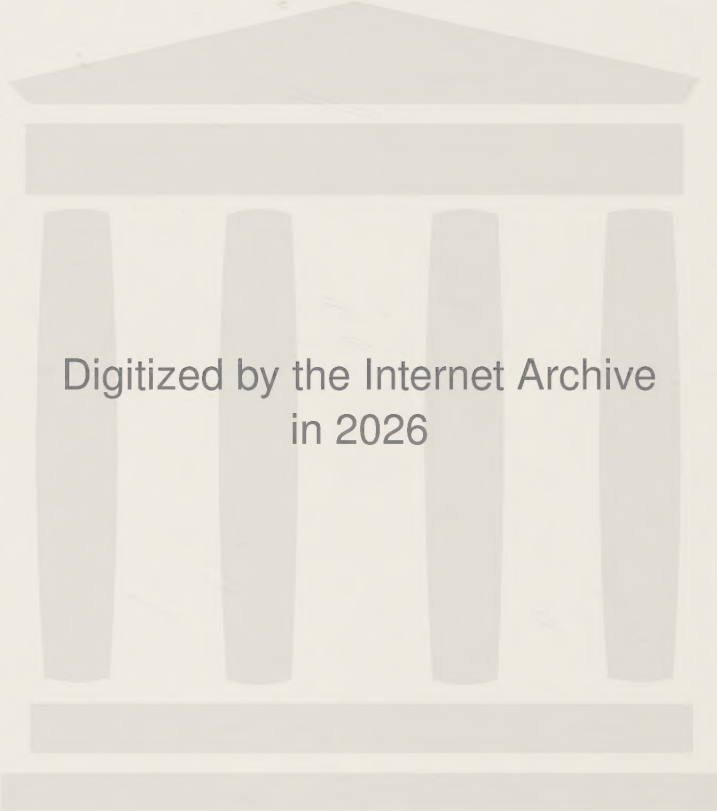
ÜBER DIE VERÄNDERUNGEN
DER WURZELLÄNGE VON OBEREN
UND UNTEREN FRONTZÄHNEN
UND ECKZÄHNEN
BEI KIEFERORTHOPÄDISCH
BEHANDELTEN PATIENTEN
MITTELS FESTSITZENDER GERÄTE

Ralph H. Taatz

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Praxis für Kieferorthopädie

Prof.Dr. Ingrid Janson

Connollystr.4, 8000 München 40

ÜBER DIE VERÄNDERUNGEN DER WURZELLÄNGE VON OBEREN UND
UNTEREN FRONTZÄHNEN UND ECKZÄHNEN BEI KIEFERORTHOPÄDISCH
BEHANDELTEN PATIENTEN MITTELS FESTSITZENDER GERÄTE.

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ralph H. Taatz

aus

Halle/Saale

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. I. Janson
Mitberichterstatter:	Prof. Dr.E. Kraft
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr.Dr.M. Janson, Dr.Odont.Univ.Bergen
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	24.11.1987

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zielsetzung	1
2.	Literaturübersicht	3
3.	Anatomie und Physiologie des apikalen Parodontiums	17
3.1.	Physiologische Wurzelresorption	25
3.2.	Pathologische Wurzelresorption	26
4.	Über den Wirkungsmechanismus kieferorthopädischer Behandlungsgeräte	27
5.	Eigene Untersuchung	32
5.1.	Material und Methode der Messungen	32
5.2.	Statistisches Vorgehen	39
5.3.	Statistische Ergebnisse	41
5.4.	Röntgenologisch-klinische Ergebnisse (Fallbeschreibungen)	44
6.	Diskussion	60
7.	Schlußfolgerung	65
8.	Literaturverzeichnis	66
9.	Anhang bzw. Tabellen	71
10.	Danksagung	106
11.	Lebenslauf	107

1. Zielsetzung

Die kieferorthopädische Behandlung wurde früher ausschließlich als "Orthodontie bezeichnet. Der aus dem Griechischen kommende Begriff bedeutet die Lehre vom "Geraderichten der Zähne". Im deutschen Sprachgebiet zog man ab Ende der 40er-Jahre den Begriff "Kieferorthopädie" vor, als man begann, die Funktion auch der Kiefer "zu erziehen".

Die letzten 10 bis 20 Jahre brachten durch die Intensivierung der Fachausbildung aber auch durch die Verfeinerung der technischen Hilfsmittel wiederum auf dem Gebiet der festsitzenden Behandlungsmethoden, wobei die Zähne mittels Bänder, Brackets und Bögen reguliert werden, den Gebrauch des Begriffs "Orthodontie" in die Fachliteratur.

Inzwischen wurde dieses Fachgebiet weiter wissenschaftlich erforscht und bearbeitet. Die sogenannten Multibandgeräte wurden in verschiedenen Modellen empfohlen und angewendet und schließlich auf ihren Wirkungsgrad hin untersucht.

Wie auch schon früher, als die festsitzenden Geräte entwickelt und angewendet wurden, treten bei Ihrer Anwendung Veränderungen an den Zahnwurzeln auf, die sich röntgenologisch als Verlust der Wurzelspitzen, besonders der Front- und Eckzähne, darstellen lassen.

Unterschiedliches Auftreten und Ausmaß, die Ursachen und die Folgen rufen die Wissenschaftler auf den Plan, immer wieder Zusammenhänge zu untersuchen und Wege aufzuzeigen, wie Zahnschäden während orthodontischer und auch kieferorthopädischer Behandlungen vermieden werden können.

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, einen Beitrag zu angeschnittenem Thema zu geben. Bei 52 wegen Zahnstellungsunregelmäßigkeiten behandelten jugendlichen Patienten soll die Wurzellänge der oberen und unteren Front- und Eckzähne vor und nach der orthodontischen Behandlung

anhand von Röntgenzahnfilmen gemessen werden. Dabei kann auch eine Gruppe von 18 Patienten, bei denen die Entfernung von Zähnen aus kieferorthopädischen Gründen erforderlich war, einer Gruppe von 34 Patienten ohne Zahnentfernungen gegenübergestellt werden.

Von 28 Fällen liegen zusätzlich Kontrollröntgenaufnahmen vor, die in einem durchschnittlichen Zeitabstand von 6,5 Jahren zum Abschluß der Behandlung hergestellt werden konnten.

Im Vergleich der Gruppen, der Behandlungszeit und der zeitlichen Differenz der Kontrollaufnahmen soll festgestellt werden, ob und in welcher Größe sich Wurzellängenveränderungen eingestellt haben.

2. Literaturübersicht

Im Verlauf einer kieferorthopädischen Behandlung wirken Kräfte auf Zähne und zahntragende Gewebe ein. Sie sind erforderlich, um die notwendigen Zahnstellungsänderungen einzuleiten und bis zur geplanten Zielsetzung durchzuführen. Diese ist erreicht, wenn sich Zähne und Alveolarfortsätze in einem harmonischen Verhältnis zueinander befinden und die anomaliefreien Zahnbögen regelrecht zueinander okkludieren.

Kraftgröße, Kraftangriff und Kraftdauer bestimmen also die Auslösung und den Verlauf des Umbaus des den Zahn umgebenden Knochens. Diese sind richtig gewählt, wenn die biologischen Gesetzmäßigkeiten beobachtet wurden. Überschreiten sie das verträgliche Maß bzw. die physiologischen Grenzen, können sie iatrogene Schäden am gesamten Zahnhalteapparat auslösen.

Innerhalb dieses Problemkomplexes beschäftigt sich die Fachwelt mit dem Auftreten von Hartgewebsveränderungen an den Zahnwurzeln, seit dem diese mittels des Röntgenverfahrens während kieferorthopädischer Behandlungen sichtbar gemacht werden konnten. Ursächlich stehen dabei sicherlich parodontale Destruktionen und Resorptionen der Wurzelspitzen in enger Beziehung.

Den Berichten im einschlägigem Schrifttum über angeschnittene Thematik ist zu entnehmen, daß unterschiedliche Auffassungen vorherrschen. In chronologischer Folge soll eine Auswahl zeigen, daß sich drei Schwerpunkte in Bezug auf die Wurzelresorptionerscheinungen zu erkennen sind, nämlich die individuelle Prädisposition, die kieferorthopädische Behandlungsmethode und die Dauer der kieferorthopädischen Zahnbewegungen während der Behandlung.

Die ersten und wohl damals überraschendsten Beobachtungen von Wurzelresorptionen machte 1927 Ketcham /1, 2/. Er fand solche mehr

bei Patienten, die mit der "pin and tube" - Methode behandelt worden waren, als bei Patienten die ähnliche Geräte, aber ohne eine derartige körperliche Bewegung der Zähne dabei, trugen.

In den 30er Jahren findet man bei Rudolph /3, 4/ Angaben über nur wenige idiopathische Wurzelresorptionen, weshalb er sie weniger bedeutend einstuft. Interessant ist, daß er seltener Wurzelresorptionen sah, je früher der Behandlungsbeginn lag. Nach Stuteville /5/ ist ein ständiges Hin- und Herbewegen der Zähne für die Wurzelresorption verantwortlich zu machen. Er hält deshalb die Anwendung festsitzender Behandlungsgeräte für angeraten, weil diese gleichgerichtete Belastungen der Zähne garantieren. Die Rolle des Wirkungsweges, also die Strecke, über welche eine Kraft wirksam ist, sei, so meint er, wichtiger als die Größe der Kraft.

Anfang der 40er Jahre stellt Hemley /6/ auf Grund seiner Untersuchungsbefunde fest, daß eine horizontal gerichtete Verschiebung der Wurzelspitzen, also bei körperlicher Bewegung von Zähnen, verstärkt zu deren Resorptionen führt, wobei die Beobachtungen von Ket-cham bestätigt werden.

Im Verlauf der 50er Jahre nimmt das Interesse an der aufgeworfenen Thematik zu, was sich in vorliegender Literaturübersicht widerspiegelt. So berichten Masler und Malone /7/ über idiopathische Wurzelresorptionen bei jedem Individuum ihres Untersuchungsgutes. Sie diagnostizierten anhand metrischer Studien bei 10,8 % der gemessenen Zähne Wurzelverkürzungen von mindestens 4 mm im behandelten Patientengut. In einer weiteren Arbeit Maslers zusammen mit Perrault /8/ berücksichtigen die Verfasser Geschlechtsunterschiede. Danach fanden sie signifikant mehr idiopathische Wurzelresorptionen bei unbehandelten weiblichen als bei männlichen Probanden.

Häupl /9/ vertrat schließlich wieder die Auffassung, daß die Stör-

ke der Kraft für das Resorptionsgeschehen in Wurzelbereichen auslösend sei. Auf der Basis seiner umfangreichen Studien zur Funktionskieferorthopädie kam er zur Überzeugung, daß übermäßige Kräfte auf funktionell-mechanischem Wege mikroskopische Traumen und Nekrosen im zahnumgebenden Gewebe hervorrufen und in der Folge von Entzündungen zur Zahnlockerung führen. Ergebnissen von Tierversuchen entnahm er, daß nach 12 bis 24 stündiger Druckeinwirkung der Knochenabbau eingeleitet wird. Der Beginn des Knochenabbaus bedürfe aber einer geweblichen Stimulation.

Der alveoläre Knochenumbau, wobei Abbau- und Anbauvorgänge in ihrer Komplexität gesehen werden und ihre Abläufe in Abhängigkeit zueinander erfolgen müssen, wird von Herren /10/ in Bezug zum Alter beurteilt. Er betont, daß sich der alveoläre Knochenumbau um so optimaler vollziehe, je jünger der Patient sei, je naturähnlicher der orthodontische Reiz einwirke und je gesünder der Zustand der Gingiva sei. Dem jugendlichen Knochen wird mit dieser Einstellung eine positive Bilanz zugesprochen.

Demgegenüber sind die Aussagen von Philipps /11/ interessant, der keinen Zusammenhang zwischen Behandlungsdauer und Ausmaß der apikalen Wurzelresorption fand und auch keine Korrelation für die Bedeutung des Alters der Patienten feststellte. Seine Studien machte er an Patienten, bei denen ein lingual gerichteter Wurzeltorque durchgeführt worden war. Es ergaben sich keine Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß der Wurzelresorption und dem der lingual gerichteten Parallelverschiebung der oberen Frontzähne. Die planimetrischen Ergebnisse veranlassen ihn zu dem Schluß, daß der Verlust von Stützgewebe im marginalen Bereich des Parodontiums schlimmer sei als ein Verlust an Wurzellänge durch die apikale Resorption.

Stahl /12/ fand bei Nachkontrolluntersuchungen innerhalb des gesamten



Untersuchungsgutes in 8 %, daß waren 14 Patienten, Störungen der Wurzelentwicklung bzw. apikale Resorptionen in Front- und Seitenzahngebieten. Er sieht die Gründe dafür in mangelnder Reaktionsbereitschaft der Gewebe, schlechter Mitarbeit der Patienten und als Folge parodontaler Insuffizienz. Die Betonung der Bedeutung einer biologisch und schonenden Behandlungsgestaltung verbindet er mit der Forderung, nicht mit Röntgenaufnahmen zu sparen.

Interessant ist die Feststellung von Petrik /13/, daß Wurzelresorptionen durch die Immobilisierung der Zähne, also durch die Funktionsausschaltung des Halteapparates hervorgerufen würden. Er kommt zu der Aussage, nachdem er während der Anwendung des Stiftröhrchenapparates (pin and tube bei Ketcham) Wurzelresorptionen beobachtete, die dann nach Beendigung der Behandlung stagnierten. Als Folge unsachgemäßen Behandlungsvorgehens nennt er Devitalisation mit Granulom- und Zystenbildung, auch Obliteration des Pulpakanals bzw. Verknöcherung zwischen Alveolarwand und Wurzelzement. Der Verfasser vertritt die Auffassung, daß eine unter Berücksichtigung des gesamten Kausystems und der Konstitution des Patienten gut geplante, richtig durchgeführte und einwandfrei beendete kieferorthopädische Behandlung für das Parodontium keine Gefahr bzw. Schädigung mit sich bringe.

Aus den 60er Jahren werden 4 Arbeiten herausgegriffen. Herzog-Specht /14/ stellt fest, daß die Theorie von Kraft, Bewegungsrichtung und Dauer der Einwirkung in der Praxis nicht immer bestätigt wird. Eine große Rolle spiele der individuelle Faktor, und Veränderungen der Wurzelformen, die im Röntgenbild als Resorptionen imponieren, würden häufiger auftreten als angenommen. Bei schonender Behandlung sollen röntgenologisch sichtbare Veränderungen weitgehendst vermieden werden können.

Spektakulär ist die Beobachtung von Hotz /15/, daß während ortho-

odontischer Behandlung aufgetretene Wurzelspitzenresorptionen nicht nur zum Stillstand kamen, sondern sogar nach Abschluß der Retentionszeit Änderungen im Sinne einer Reparation folgten. Zum Verlauf der Zahnbewegungen äußert sich der Verfasser dahingehend, daß die feingeweblichen Vorgänge dabei sich in nichts unterscheiden, gleich ob durch abnehmbare oder festsitzende Geräte ausgelöst. Der Verfasser hält auch die individuelle Disposition als bedeutsam an. Auch ohne kieferorthopädische Behandlung könne man Zahnverkürzungen beobachten, wie z.B. in relevanter Form bei der Hypothyreose. Auch mit dem Alter steigt der Anteil der Wurzelverkürzungen an, wobei hormonelle Störungen, Ernährungsstörungen und Infektionen als begünstigende Faktoren zu nennen wären.

Lieb /16/ berichtet über die Erfahrung, daß es bei einer körperlichen Zahnbewegung mittels einer Light-wire-Apparatur, verbunden also mit hochelastischen, relativ dünnen Drähten als Kraftquellen, zu keinen nennenswerten Wurzelresorptionen kommt; dennoch müßten bei großräumigen Wurzelbewegungen diese nicht selten in Kauf genommen werden. Falls die Resorptionen kein allzu großes Ausmaß aufweisen, so die Ansicht des Verfassers, könnten sie als Preis für die erzielten Verbesserungen der Zahnstellung in Kauf genommen werden.

Einen gewissen Zusammenhang zwischen Ausmaß der Wurzelresorption und der anterior-posterioren Verschiebung der Wurzelspitzen oberer Frontzähne stellt Shields /17/ fest.

Eine Beziehung zu vertikal gerichteten Zahnbewegungen oder auch zu Änderungen der Achsenrichtung der Zähne fand er dagegen nicht. Eine signifikante Korrelation zwischen Behandlungsdauer und Ausmaß der Wurzelresorption wurden innerhalb seiner Beobachtungen aber bestätigt. In den 70er Jahren bestätigte Morse /18/ diese letzte Aussage von Lieb. Der Verfasser registrierte nämlich in einer Gruppe von kieferorthopädischen Patienten, die auf Grund starker Wurzelresorp-

tionen zusammengestellt und mit einer nicht selektierten Gruppe von Patienten verglichen worden waren, längere Behandlungszeiten. Klare Beziehungen zwischen der Art des kieferorthopädischen Behandlungsgerätes und dem Umfang der therapeutisch bedingten Wurzelresorption fand er nicht.

Aufmerksam sollte man die Ergebnisse betrachten, die von Rosenberg /19/ publiziert wurden. Sie müssen im Zusammenhang mit dem Alter kieferorthopädischer Patienten gesehen werden, wenn er meint, daß Zähne mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum weniger resorptionsanfällig sind als Zähne, die zu Beginn der Behandlung bereits voll entwickelte Wurzeln hatten.

Eine metrische Studie wird von Sjölien und Zachrisson /20/ vorgestellt. Danach ergab sich während der Nachuntersuchung von 59 kieferorthopädisch behandelten Patienten eine durchschnittliche apikale Wurzelresorption im Ausmaß von 1,5 mm.

Auch Tierexperimente sollten Klarstellungen bringen. Untersuchungen an Affen führte Wainwright /21/ mit dem Ziel durch, die Knochendichte als Ursache für das Zustandekommen von Wurzelresorptionen zu überprüfen. Er fand, daß sie keine entscheidende Rolle spielt.

Tierexperimente von Reitan /22/ galten der Beurteilung von Belastungsgrößen. Gleichgroße oder niedrigere Belastungen verursachten an einzelnen Zähnen stärkere Resorptionen als an anderen. Gleichgroße Kräfte hatten auch unterschiedlichen Einfluß bei verschiedener Bewegungsrichtung. So ergaben sich nach körperlichen Zahnbewegungen geringere Wurzelresorptionen als bei kippender Zahnverschiebung.

Die Ergebnisse seiner histologischen Studien bestätigen außerdem die von Rosenberg in Bezug auf die Zahnentwicklung gemachte Aussage. Reitan fand, daß Zähne mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum weniger resorptionsanfällig waren, als Zähne, die zu Beginn der Experi-

mente voll entwickelte Wurzeln hatten. Er vermutet, daß noch nicht mineralisierte Gewebe, wie Zementoid und Prädentin, offensichtlich einen gewissen Widerstand gegen osteoblastische Resorptionen leisten. Die von Reitan erwähnten kippenden Zahnverschiebungen spielen im Behandlungskonzept von Begg /23/ für die nach ihm benannte Technik und Methode eine besondere Rolle. Der Verlauf der Behandlung geht über 3 Stadien, auf die auf Seite 13 noch näher eingegangen wird. An dieser Stelle sollen sie in Verbindung mit den Beobachtungen von Goldson und Henrikson /24/ nur deshalb erwähnt werden, weil diese Autoren auch über ihre Erfahrungen mit der Begg-Technik berichten. Sie beobachteten nämlich auffallend mehr Wurzelresorptionen im 3. Behandlungs-Stadium. In diesem letzten vor der Retentionsphase werden die Frontzähne mit einem Wurzel-Torque belastet, wobei die Wurzelspitzen nach oral zu gekippt werden. Resorptionen an den unteren Frontzähnen sollen leicht die an den oberen überwogen haben. Wie noch ausgeführt wird, spielt das Ausmaß der Torque-Bewegung eine ursächliche Rolle.

Bei der Betrachtung anatomischer Eigenheiten als ursächliche Faktoren der Auslösung von Wurzelresorptionen meinen Hoeve und Mulie /25/, daß solche ausschlaggebender sein können als die Krafteinwirkung vom Behandlungsgerät her. Bei der Retrusion oberer Frontzähne kann es z.B.: zu einem Einfluß auf die Gaumenkortikalis kommen, wie die Laminographie ergab.

Einer Arbeit aus den 80er Jahren von Dietrich /26/ ist zu entnehmen, daß parodontale Destruktionen und Wurzelresorptionserscheinungen wohl vorwiegend in Zusammenhang mit dem Alter der Patienten gesehen werden müssen. Im jugendlichen Alter seien mehr solcher Vorgänge zu beobachten. Im Erwachsenenalter erhöhe sich aber das Risiko derart, daß bei schon altersbedingten parodontalen Destruktionen die Progredienz des Knochenabbaus durch die kieferorthopädische Behandlung beschleunigt werden

könne. Es wird berichtet, daß bei bereits 22 % untersuchten Erwachsenen idiopathische, auf eine individuelle Disposition zurückführende Wurzelverkürzungen vorlägen, die mit fortschreitendem Alter zunehmen. Der Autor läßt auch keinen Zweifel daran, daß zu große, zur Zahnbewegung eingesetzte Kräfte zu desmodontalen Nekrosen und zu nachfolgenden retrograden unterminierenden Resorptionsvorgängen in der Spongiosa führen und diese auch auf Wurzelzement und Dentin übergreifen können.

Sicher ist Linge /27/ nicht der einzige Autor, der anspricht, was im Zusammenhang mit angeschnittenem Problemenkomplex zumindest vermutet werden kann, nämlich, daß in der Folge von kieferorthopädischen Behandlungen, sagen wir Zahnbewegungen, Wurzelresorptionen kaum Vermieden werden können. Er zieht daraus den Schluß, daß die Erfolgsaussichten mit den möglichen Risiken abzuwägen seien und sagt wörtlich, "Sollten sie (die Resorptionen) in stärkerem Umfang auftreten, muß der Erfolg einer sonst gelungenen kieferorthopädischen Behandlung angezweifelt werden". Was er in gleicher Arbeit mitteilt, faßt er diskutierend zusammen und weist zunächst auf die Gründe hin, die einen Vergleich von Untersuchungsbefunden in longitudinaler und metrischer Hinsicht zu behandlungsbedingten apikalen Wurzelresorptionen kaum zulassen. Es mangle noch an standardisierten intraoralen Röntgenaufnahmen, und ein weiterer Grund seien die großen Unterschiede in der Art der Kieferorthopädischen Therapie sowie die breite morphologische und funktionelle Variation innerhalb der Untersuchungsgruppen verschiedener Praxen. So gestalte sich die Aufklärung der Ursachen von therapeutisch bedingten Wurzelresorptionen recht schwierig. Unklar blieb bisher seiner Meinung nach auch der Zusammenhang zwischen Ausmaß der Wurzelverkürzung und der Zeit der aktiven Belastung von Zähnen mit einem festsitzendem Behandlungsgerät; denn die Resorption verlaufe seinen Untersuchungsergeb-

nissen nach während der Behandlung scheinbar nicht gleichmäßig, sondern lokalisieren sich in ungleichen Abständen von Behandlungsbeginn an. Diese Feststellung betone die Notwendigkeit von Röntgenkontrollen, wie schon Ketcham empfahl. Die höchst variable Resorptionsanfälligkeit der Zähne des einzelnen Patienten ließe auch nichts für die Hypothese einer hormonellen oder ernährungsbedingten Prädisposition sprechen. Was sich aber innerhalb seiner Untersuchungen bestätigte sei eine verstärkte Tendenz zur Wurzelbelastung bei Verwendung von Klasse-II-Gummizügen und rektangulärer Bögen. Die Charakteristika der durch das Behandlungsgerät aktivierten Kräfte würden eine wichtige Rolle spielen, wie solche auch bei aktiver Einordnung verlagelter Eckzähne zu Wurzelresorptionen führen. Dagegen scheinen Zähne mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum nicht ganz so resorptionsanfällig zu sein wie Zähne, die zu Anfang der Behandlung voll entwickelte Wurzeln haben. In der Zusammenfassung der Arbeit stellt Linge die metrischen Ergebnisse, die er an 153 fortlaufend abgeschlossenen kieferorthopädischen Patienten gewann, nochmals übersichtlich vor.

Dieses Untersuchungsgut erweiterte Linge, wie er 1983 /28/ berichtet, auf 719 fortlaufend abgeschlossene Fälle in der eigenen Praxis. Das Ziel war, die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Behandlungsmaßnahmen, Patientenmerkmalen und röntgenologisch feststellbaren Änderungen der Wurzellängen oberer Schneidezähne, genauer zu prüfen. Abgeschlossen im Zeitraum von 1976 bis 1979 handelt es sich um 437 weibliche und 282 männliche Probanden mit dem Durchschnittsalter zu Behandlungsbeginn von $12,8 \pm 3,2$ Jahre, die im Durchschnitt $3,6 \pm 1,3$ Jahre beobachtet wurden, deren Unterlagen detailliert vorlagen, einschließlich standardisierter und vollständiger intraoraler Röntgenaufnahmen der oberen Schneidezähne zu Beginn und nach Abschluß der Retention. 2451 Zähne konnten so untersucht werden. In 75 % der

Fälle wurden ausschließlich festsitzende Behandlungsgeräte (.018" edgewise) angewendet. Patienten mit herausnehmbaren Behandlungsgeräten kamen etwas früher zur Behandlung als die übrigen und hatten einen Anteil von 11 %. In 14 % der Fälle wurden die Geräte kombiniert. Die Tragezeit der Bänder oder Brackets an den Schneidezähnen wird mit 0 bis 38 Monaten, im Durchschnitt mit 11 Monaten angegeben.

"Neben Wurzellängen sowie den Unterschieden vor und nach der Behandlung wurden die folgenden Parameter festgelegt und ausgewertet: das Alter vor und nach der Behandlung, Geschlecht, horizontale und vertikale Frontstufen, anamnestische Auskünfte bezüglich früherer Traumen von Schneidezähnen und andauernden Angewohnheiten, verlagerte Eckzähne im Oberkiefer, Behandlung mit rektangulären Außenbögen der Mindestdimension 0,4 x 0,55 mm, intermaxilläre Gummizüge, Aktivatoren, Platten mit Klammern und die jeweiligen Tragezeiten mit Bändern und Brackets an den Zähnen. Gruppenunterschiede wurden mittels des non-parametrischen "Wilcoxon midrank sum test" auf Signifikanz geprüft." In der Diskussion werden die genannten Untersuchungsfaktoren, außer dem Geschlecht, der horizontalen und vertikalen Frontzahnstufen und früher vorliegender Gewohnheiten, als mögliche Ursachen für gestörte Wurzelbildung und apikale Wurzelresorptionen bestätigt. Der Autor sagt: "Das Problem der Wurzelverkürzung in Verbindung mit kieferorthopädischer Behandlung scheint damit das Ergebnis einer komplexen Kombination von biologischen Eigenschaften des Patienten und der Auswirkung der therapeutisch bedingten mechanischen Kräfte zu sein."

1985 erschien eine kurze Mitteilung, in der L'Abée und Sanderink /29/ auf den Zusammenhang orthodontischer Zahnbewegungen mittels der von Begg /30/ in den 60er Jahren entwickelten Therapiemethode und Wurzelresorptionen hinweisen. Im Unterschied zu starren Vierkantbögen (edgewise) verwendet Begg sehr elastische runde Bögen im Sinne einer "light-wire"

Methode. Die Befestigungsart der Bögen in den speziell von Begg angegebenen Bracketformen stellt Einpunktkontakte zu den Zähnen her und ermöglicht deren "freie Kippung", und die bevorzugt kippende Zahnbewegung unterscheidet die Begg-Technik von anderen Multiband-Methoden. Eine weitere Unterscheidung ist das Fehlen der extraoralen Verankerung und dafür viel mehr Extraktionen.

Um die von den genannten Autoren gemachten Feststellungen verstehen zu können, sollte der in 3 Stadien gegliederte Therapie-Verlauf in Anlehnung an Kaminek /31/ kurz angeführt werden.

Wesentliche Bestandteile des 1. Stadiums sind Verankerungsbiegungen im Bogen vor den 1. Molaren in Kombination mit Klasse II Gummizügen. Gemeinsam eingesetzt, bewirken sie die Extrusion besonders der unteren 1. Molaren und die Intrusion der Schneidezähne.

Im 2. Stadium werden durch weitere Zahnkippen Extraktionslücken geschlossen und die oberen Schneidezähne retrudiert. Intramaxilläre Gummizüge in Ober- und Unterkiefer von den Eckzähnen zu den 1. Molaren unterstützen diese Zahnbewegungen.

Das 3. Stadium zeichnet sich dadurch aus, daß unter dem Begriff "toquing" die Achsenstellung der Schneidezähne korrigiert wird, also die Schneidezahnwurzeln nach palatinal zu gekippt werden. Während der Anwendung der Begg-Technik ist besondere Vorsicht geboten. Falls eine der vielen Regeln nicht eingehalten wird, entgleitet das Kräftegleichgewicht der Hand des Behandlers. Bei Befolgung ist die Methode im 1. und 2. Stadium sehr effektiv. Engstand und Tiefbiß werden schnell behoben.

Das 3. Stadium ist jedoch besonders schwierig und voller Gefahren. Entgegen früheren Behauptungen von Anhängern dieser Methode besteht nämlich bei der Bewegung der Wurzeln, bes. der Wurzelspitzen der oberen Schneidezähne nach palatinal zu die gleiche Gefahr deren Resorption wie bei der Egewise-Methode, nach Auffassung mancher Au-

toren sogar eine noch größere. Die Vielzahl von Aufrichtfedern und Zusatzbögen erschweren zusätzlich die Gebißhygiene. Wie bereits angekungen, gibt es im Konzept der Begg-Methode keine extraoralen Züge, die Entfernung von 4, 6 oder auch 8 Zähnen sind dagegen meist erforderlich. Weil Teilapparaturen nicht konstruiert werden können, die Methode an die speziellen Brackets gebunden ist, ist insgesamt gesehen die Indikation ihrer Anwendung eng zu ziehen.

L'Abée und Sanderink beobachteten 48 Patienten während der Behandlung mittels der Begg-Technik. Sie beschränkten die röntgenologischen und metrischen Studien auf den rechten mittleren Schneidezahn des Oberkiefers, der zu den gefährdeten Zähnen zählt und in einem zusätzlichen Tomogramm, nämlich einer Röntgenaufnahme von der Seite dargestellt werden kann. Das Maß der Wurzelveränderungen wurde im Verlauf der 3 Behandlungsetappen und während der Retentionszeit in Millimeter und Prozent erfaßt. Signifikant mehr Resorption trat im 1. Stadium als im 2. Stadium oder in der Retentionszeit auf, und weniger im 2. Stadium als im 3. Stadium. Der Wert der Wurzelverkürzung im Stadium 1 differierte nicht signifikant vom Befund im Stadium 3. Wenn es auch so scheint, daß es mehr Resorption im Stadium 1 als in 3 gibt, als eine Varianz gegenüber früheren Berichten, so geben die Verfasser an, daß sie gegenwärtig eine geringere Torquebewegung gebrauchen als früher.

Unumstritten vermitteln die Ergebnisse einschlägiger Studien den Nachweis, daß auf die Zähne ausgeübte Kräfte, die das Maß physiologischer Gesetzmäßigkeiten überschreiten und dabei in Angriff und Richtung die zahnumgebenden Gewebe überfordern, zu Abbauvorgängen im Bereich des Zementes im Wurzelspitzenbereich mit nachfolgender Verkürzung der Wurzellänge zur Folge haben können.

Als eine den Bereich des biologischen Wirkungsgrades auch überschreitende Ursache kennen wir aber auch Kräfte, die über Gewohnheiten

auf Zähne übertragen werden. Das stressbedingte Nägelbeißen spielt hier eine nicht zu übersehende Rolle. Odenrick und Brattström /32/ versuchten in einer großangelegten Studie an 1365 Knaben und Mädchen im Alter zwischen 13 und 15 Jahren herauszufinden, ob innerhalb einer orthodontischen Behandlung mit festsitzenden Geräten das Nägelbeißen einen zusätzlichen überbelastenden Effekt auf die Frontzähne ausübt und für das Ausmaß von Wurzelresorptionen als intensivierende Ursache verantwortlich gemacht werden kann.

Die Befragungsergebnisse und die Befunde an den Fingernägeln berücksichtigend, ergab sich in einer Probandengruppe von 340 Knaben und Mädchen in 45 % der Fälle der Nachweis der Gewohnheit. Beim Vergleich der Daten von 21 Probanden, die sich als starke Nägelbeißer herausstellten, mit denen von 21 Probanden ohne diese Gewohnheit, fanden die Autoren einen signifikant höheren Resorptionsindex vor als nach der orthodontischen Behandlung. Geschlechtsunterschiede lagen nicht vor. Die Autoren raten zu aufmerksamer anamnestischer Berücksichtigung des Nägelbeißens und zu weiteren Untersuchungen angeschnittener Zusammenhänge.

Abschließend soll eine Arbeit, die sich ebenfalls mit dem Verlust an Zahnwurzeloberfläche bei apikalen Resorptionen beschäftigt, von Grêger, Zimmer und Miethke /33/ angeführt werden. Hier wird der wichtige Hinweis in Anlehnung an Reitan /34/ gegeben, daß für die Stabilität und Funktion eines Zahnes nur Resorptionen der Wurzelspitzen von Bedeutung sind, da diese nicht durch zelluläres Zement repariert werden und somit zu einer irreversiblen Zahnwurzelverkürzung führen. Die Autoren gehen aber von dem üblicherweise in Millimeter angegebenen oder auch nur geschätzten Ausmaß apikaler Resorptionen weg und verfolgen das Ziel, mit Hilfe eines mathematischen Modells den Verlust an Zahnwurzeloberfläche zu ermitteln, und wollen die funktionelle Einbuße quantifizieren. Sie unterscheiden zwischen Wurzel-

oberfläche und aktivem Desmodont, wobei letzteres nur dort besteht, wo Faserbündel inserieren, die einwirkende Kräfte abfangen können. Es ergibt sich also die zervikale Randzone, die zwar zur Wurzeloberfläche rechnet, aber nicht zum aktivem Desmodont (funktionelle Wurzeloberfläche) gezählt werden kann.

Mittels eines geometrischen Körpers, wobei sich das Kegelstumpfmodell im Hinblick auf die Wurzelform anbietet, führen die Autoren ihre Studien durch, die schließlich zu Aussagen zur Vorbeugung von Wurzelspitzenresorptionen veranlassen. Sie wenden dann ihre Untersuchungsergebnisse auf die Beobachtungen von Linge und Linge /28/ an, wobei sich ergibt, "daß jeder Patient ca. 7,5 % aktives Desmodont an seinem meistgeschädigtem Schneidezahn verliert, und daß fast ein Drittel aller Patienten, statistisch gesehen, mindestens an einem Zahn mehr als 9,3 % bis 14,4 % (je nach Zahntyp) funktioneller Wurzeloberfläche einbüßt". Ein solcher Verlust erscheine zwar relativ gering, sie kämen aber zu dem Schluß, daß bei zusätzlichem marginalen Knochenabbau (zur vorhersagbaren, individuell unterschiedlichen Atrophie des Alveolarfortsatzes) während oder nach einer kieferorthopädischen Behandlung jedoch die Gefahr einer ernsten parodontalen Schädigung bestehe.

3. Anatomie und Physiologie des apikalen Parodontiums

Die Hartsubstanz der Zähne besteht im Wurzelbereich aus mit Zement überzogenem Dentin. Das mikroskopische Bild des Dentins wird durch die Dentinkanälchen bestimmt, welche die Fortsätze der Odontoblasten enthalten. Diese Fortsätze der Odontoblasten sind durch Zellmembranen gegen das Dentin gut sichtbar abgegrenzt. Das umgebende Zement, als Verankerungsstelle der Sharpey` Fasern, gehört bereits zum Parodontium. Zu diesem werden außerdem der alveoläre Knochenanteil, die Lamina cribriformis, und die marginale Gingiva, die Gingiva propria marginalis, gerechnet. Die Abb. 1 zeigt schematisch den intra- und extraalveolären Teil des Stütz- und Halteapparates des Zahnes. In diesem Sinne unterscheidet man die intraalveolären Sharpey` Fasern und die extraalveolären periostalen Fasern.

Das Zement als Teil des Parodontiums ist mit seinem Stoffwechsel an dieses gebunden.

Zahn und Parodontium stellen ein funktionelles Gewebssystem dar, daß sowohl in biologisch-physiologischer, als auch in pathologisch-klinischer Hinsicht als Einheit aufzufassen ist.

Genetisch gehen das Alveolarperiost, das Desmodont und das Zement aus dem Zahnsäckchen hervor.

Die durchschnittliche Breite des Periodontalspaltes beträgt 0,2 mm. Der Periodontalspalt ist bei unbelasteten und noch nicht durchgebrochenen Zähnen schmaler, jedoch vergrößert bei Zähnen, die übermäßig belastet sind. Er hat die Form einer Sanduhr, seine Breite ist am Alveolenrand und am Alveolenfundus am größten.

Das Zement kann in Faserzement, das dem Dentin direkt anliegt, und in Osteozement, welches Zementozyten enthält, unterteilt werden. Die äußerste unverkalkte Schicht des Zements wird als Zementoid bezeichnet.

Die Alveolenwand ist ein dünner kortikaler Knochen, der eine große Anzahl von Kanälchen aufweist, durch die Gefäße und Nerven ziehen. Die Anordnung der Spongiosabälkchen erfolgt nach der funktionellen Beanspruchung der einzelnen Wurzelabschnitte.

Die auf den Zahn einwirkende Kraft wird über die Sharpey`Fasern auf den knöchernen Alveolenanteil übertragen.

Bislang nahm man an, daß die Sharpey`Fasern innerhalb der Lamina cribriformis enden. Neuere Beobachtungen /35/36/ zeigen jedoch, daß sie in einigen Bereichen durch die gesamte Breite des Alveolar-knochens verlaufen können. Diese Fasern werden transalveoläre Fasern genannt.

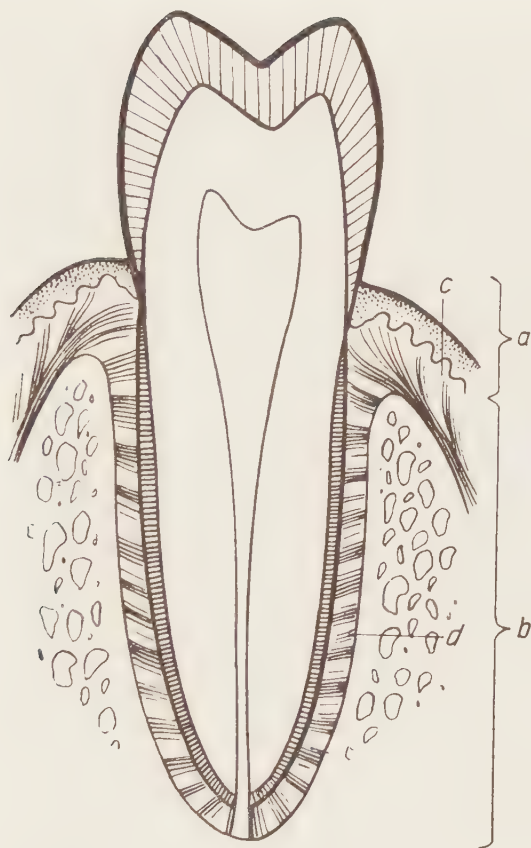


Abb.1: Schematische Darstellung zeigt (a) das extraalveoläre und (b) das intraalveoläre Parodontium. Man erkennt den Verlauf der Sharpey' Fasern (d) und der periostalen Fasern (c).

Die Abb. 2 zeigt den fortsetzenden Verlauf der Sharpey`Fasern in Form der transalveolären Fasern durch das Interdentalseptum.

Das Periodontium geht über dem alveolären Knochenkamm in das Bindegewebe der Gingiva und am Foramen apicis in das der Pulpa über. Dem Foramen apicis an der Wurzelspitze des Zahnes liegt der Caniculus alveolaris des Knochens gegenüber. Durch diesen ziehen die Hauptgefäße der Pulpa und des Periodontiums.

Das Desmodont mit seinen Sharpey`Fasern hat eine mechanische, formative und nutritive Aufgabe. Die formative Funktion hat eine besondere Bedeutung für die kieferorthopädische Zahnbewegung. Von dieser Funktion ist die Bildung von Fibroblasten, Fibrillen, neuem Zement und neuem Knochen an der Knocheninnenwand abhängig.

Der Verlauf der desmodontalen Faserstruktur zwischen Zement und Alveolarknochen entspricht der funktionellen Belastung des Zahnes.

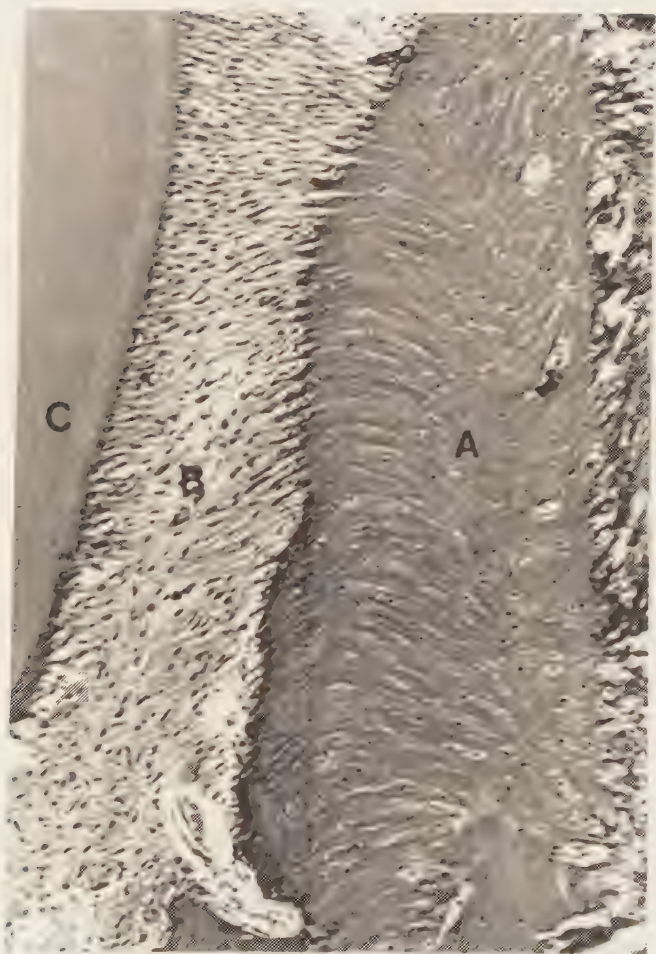


Abb. 2: Enkalkter Längsschnitt durch ein Inter-
dentalseptum mit transalveolären Fasern A,
Periodontium B, Wurzel C.
Entn.(31), Abb. 319.

Die Abb. 3 zeigt die Ausrichtung der Sharpey-Fasern, die optimal der physikalischen Zug- und Druckbelastungsmöglichkeiten des Zahnes gerecht wird.

Das Grundstrukturelement des Periodontiums ist die Bindegewebsfibrille, die hauptsächlich kollagene, aber auch Oxytalan, Retikulin und einige elastische Anteile enthält. Die Kollagenfibrillen sind in Fasern mit einem Durchmesser von etwa 5 μ m zusammengefaßt. Miteinander verbundene Fasern bilden ein Fasernbündel. Die sternförmigen Fibroblasten führen die Synthese und Desposition des Kollagens aus. Durch Desmosome werden die Fortsätze benachbarter Zellen zu einem Zellnetz zusammengefügt. Die Grundsubstanz des Periodontiums, das sogenannte Gel, besteht zum größten Teil aus Glykosaminoglykan-Eiweiß-Komplexen und Wasser. Außerdem enthält es noch Kohlenhydrate, Lipide, Proteine und Glykoproteine. Man nimmt an, daß es von den Fibroblasten gebildet wird. Wie auch andere Bindegewebsanteile ist auch dieses Gel an dem Ionen- und Wasseraustausch und an der Bildung und Ausrichtung kollagener Fasern beteiligt.

Außer den Fibroblasten, Zementoblasten, Zementoklasten, Osteoblasten und Osteoklasten enthält das Periodontium undifferenzierte Mesenchymzellen, Abwehrzellen und Epithelzellenreste die Malassez'schen Epithelreste. Die Zementoklasten und Osteoklasten sind aktiv an den Resorptionsprozessen des Zements und des Alveolarknochens beteiligt.

Zwischen den Fasernbündeln des Desmodonts existieren noch interfaszikuläre Räume, in denen in lockerem Bindegewebe Blut- und Lymphgefäße sowie Nerven liegen. Die besonders im Bereich des Alveolenrandes und des Alveolenfundus anzufindenden Knäuel- und Schlingenbildungen der Blut- und Lymphgefäße üben die Funktion eines Druckpolsters aus.

Die Blutversorgung des Periodontiums erfolgt durch die Arteria alveolaris superior und inferior. Die Arteria lingualis und die Arteria palatina beschränken sich bei ihrer blutzuführenden Aufgabe auf den extraalveolären Teil des Parodontiums. Die Gefäße bilden durch Verzweigungen und Anastomosen einen Kapillarplexus um die Zahnwurzel. Die größeren Gefäße liegen hauptsächlich zwischen den Faserbündeln nahe der Alveolenwand. Die Venen des Periodontiums nehmen den gleichen Verlauf wie die Arterien. Die Lymphkapillaren treten im Periodontium in die Lymphgefäße ein, die sich in die Submukosa der Gingiva fortsetzen. Die Innervation des Periodontiums erfolgt auf zwei Wegen. Einmal durch Abzweigung von Nervenfasern an der Wurzelspitze zum anderen durch Nervenfasern, die aus der alveolären Knochenwand in das Periodontium einwachsen. Die Nervenendigungen, die Mechanorezeptoren nehmen Einfluß auf die Kaufunktion.

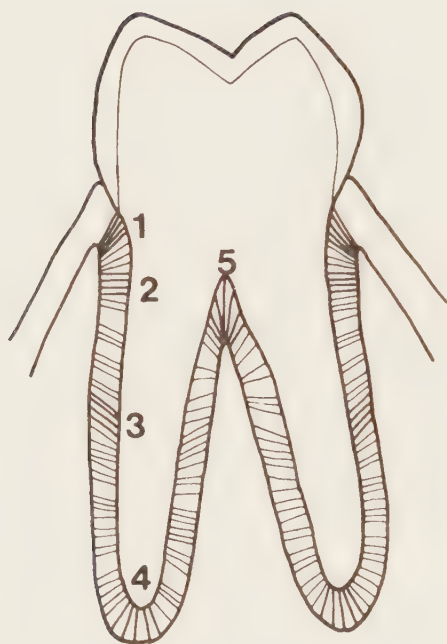


Abb.3: Die schematische Darstellung zeigt die Ausrichtung der Sharpey' Fasern.
1-Faserbündel am Alveolarkamm
2-horizontalale Faserbündel
3-schräge Faserbündel
4-apikale Faserbündel
5-interradikuläre Faserbündel

3.1. Physiologische Wurzelresorptionen

Die physiologischen Wurzelresorptionen finden an den Milchzahnwurzeln statt, während der zweiten Dentition. Bei den Resorptionsprozessen der Milchzähne spielen zelluläre, enzymatische und biochemische Vorgänge eine Rolle.

Die Kontinuität der Oberfläche der Milchzahnwurzeln wird während des Resorptionsvorganges durch zahlreiche Howshipsche Lakunen unterbrochen, in denen sich gehäuft Osteoklasten aufhalten. Die zur "Schuttbeseitigung" entstandenen Zellen stammen teils aus dem Zahnsäckchen des Ersatzzahnes teils aus dem Periodontium und der Pulpa des Milchzahnes.

Die Resorption erfolgt auch von innen her durch Umwandlung des Pulpagewebes zu Granulationsgewebe.

Zwischen dem Durchbruch des bleibenden Zahnes und der Resorption der Milchzahnwurzel besteht ein ursächlicher Zusammenhang.

Bei Nichtanlage oder Verlagerung der Ersatzzähne kommt es erst verspätet nach 10 bis 15 Jahren zum resorptiven Verlust der Milchzahnwurzel.

3.2. Pathologische Wurzelresorptionen

Pathologische Wurzelresorptionen können viele Ursachen haben, so sollen die Wichtigsten im Folgenden aufgeführt werden.

Verdrängende Prozesse, wie Tumore und Zysten, größere mechanische Beanspruchungen oder occlusale Traumen und Impaktierungen der Wurzeln führen zu Wurzelresorptionerscheinungen.

Außerdem findet man auch verzögerte Wurzelresorptionen an reimplantierten und transplantierten Zähnen.

Rubel /37/ beschreibt atypische Wurzelresorptionen an oberen Milchschnidezähnen infolge von Daumenlutschen.

Im Tierexperiment hat man festgestellt, daß genetische Faktoren für die idiopathische Wurzelresorption verantwortlich sind.

Berlanger /38/ beschreibt den Fall eines mit 12 Jahren durch ungewöhnliche Zahnlockerungen aufgefallenen Patienten.

Blut- und Urinuntersuchungen ergaben bei diesem Jugendlichen keine unnormalen Ergebnisse. Der röntgenologische Befund zeigte generalisierte Wurzelresorptionen besonders im Frontzahn- und Prämolarenbereich und Impaktierungen der Wurzeln.

Am extrahierten Zahn fand man eine Dentindysplasie und eine Odontodysplasie.

Der Patient konnte nur aufgeklärt werden, daß die Resorption progressiv verläuft und die aethiologische Ursache der Anomalie unbekannt sei.

Auch genetisch verursachte Wurzelmißbildungen und das Auftreten wurzelloser Zähne sind bekannt.

Die meisten Wurzelspitzenresorptionen können nach Berlanger jedoch auf orthodontische Zahnbewegung zurückgeführt werden.

Die pathologischen Veränderungen an der Zahnwurzel und besonders an der Wurzelspitze durch Druckeinwirkung soll durch Sauerstoffmangel verursacht werden, der zum Absterben

von mehr oder weniger großen Stücken der Wurzelhaut führt. Der Sauerstoffmangel resultiert aus der Unterbrechung der Blutzirkulation in den Kapillaren durch den auf diese ausgeübten Druck.

Der Prozeß beginnt mit einer hyalinen Entartung des Bindegewebes. Dieser Vorgang ist abhängig von Intensität und Kontinuität der Krafteinwirkung reversibel. Erst bei einsetzender Nekrotisierung der Wurzelhaut und Abbau der angrenzenden Zementoberfläche beginnt die Bildung von Osteoklasten, deren Tätigkeit zur sogenannten unterminierenden Resorption der Wurzeloberfläche führt.

Die resorptiven Abbauvorgänge erfolgen über einen enzymatischen Abbau der Hartsubstanz und über eine zelluläre Resorption in Form Howshipscher Lakunen.

4. Über den Wirkungsmechanismus kieferorthopädischer Behandlungsgeräte.

Zahnbewegungen während der kieferorthopädischen Behandlung beruhen auf Umbau der den Zahn umgebenden Gewebe. Die Auslösung der zum Gewebeumbau notwendigen Reize besorgen in der Regel kieferorthopädische Geräte. Diese unterteilt man gewöhnlich in aktive und passive. Die zuerst genannten sollen mittels mechanischer Kräfte wirksam werden, deren Quellen angespannte Elemente, wie Federn, Drahtligaturen, Gummizüge oder Schrauben sind. Solche Apparate können nach einer weiteren Unterteilungsmöglichkeit, abnehmbar oder festsitzend gestaltet sein. Arbeiten aber die Geräte mit der Kau-, Zungen-, Lippen- und Wangenmuskulatur als Kraftquellen, so spricht man gewohnterweise von passiven Geräten, die fast immer auch abnehmbar sind. Wichtig ist dabei, daß diese Apparate auch die Muskulatur direkt beeinflussen, indem die deren Tätigkeit gezielt anregen, steigern, hemmen und - bei Fehlfunktionen - "umerziehen" Weise /39/. Aus allen diesen Gründen bezeichnet man sie auch als funktionskieferorthopädische Apparate. Verfolgt man jedoch deren verschiedenartige weitere konstruktive Entwicklung im Laufe der Jahre, so zeigt sich, daß sich die Grenzen zwischen passiver und aktiver Wirkung heute oft nicht mehr klar ziehen lassen, so fließend sind die Übergänge. Dazu kommt, worauf Hotz /40/ hinweist, daß es eine Interpretationsfrage ist, ob man gewisse Elemente der funktionskieferorthopädischen Geräte als funktionelle oder aktive bezeichnen will. So dürfte wohl die strenge Gegenüberstellung von aktiven und passiven Geräten als Einteilungsprinzip heute in Frage gestellt sein.

Ebenso, wie die herausnehmbaren Geräte eine große Vielfalt zeigen, handelt es sich auch bei den festsitzenden Apparaturen nicht um einheitliche Gruppen. Streng genommen gehören zwar alle Apparate, die für den Patienten unlösbar mit den Zähnen verbunden sind, hierher,

wie z.B. die festsitzende schiefe Ebene oder die früher viel verwendeten Kappenschienen. Dem ebenfalls hier einzureihenden, in Schlössern von Molarenbändern ruhenden Lingualbogen, kann der Außenbogen gegenübergestellt werden, dessen Kräfte nur mit Hilfe von auf Bändern oder direkt auf die Zähne angebrachten Brackets exakt auf die Zähne übertragen werden können. Da zu diesem Zweck stets eine umfangreiche Bebänderung bzw. Beklebung vorgenommen werden muß, bezeichnet man solche Geräte auch als Multibandgeräte. Sie dürften die heute gebräuchlichste Art der festsitzenden Apparate darstellen, wogegen der Lingualbogen herkömmlicher Art in den Hintergrund getreten ist. Aus ästhetischen Gründen lassen sich aber Attachments und Bögen von den bukkalen Flächen der Zähne auf die lingualen verlegen. Die Lingualtechnik eignet sich besonders bei der Behandlung Erwachsener.

Da der Hauptakzent der Therapie bei den auf das Gebiß einwirkenden Kräften liegt Hotz /40/, muß noch einiges Grundsätzliches zu deren näheren Präzisierung im Rahmen dieser Bemerkungen gesagt werden. Solche Kräfte können den Zahn dauernd (Beispiel : Feder), aber auch rhythmisch nur in bestimmten Zwischenräumen (Beispiel : Schraube) belasten oder ihn intermittierend (Beispiel : Muskulatur) treffen. Für die dauernd wirkenden Kräfte hat A.M. Schwarz /41/ vier biologische Wirkungsgrade unterschieden, die Hotz in folgendes Schema bringt:

1. unerschwellige Kräfte, bei denen weder klinisch noch histologisch Zeichen einer Reaktion festzustellen sind,
2. schwache Druckkräfte ($15 \text{ bis } 20 \text{ g/cm}^2$) unterhalb des Kapillardrucks, bei denen klinisch Zahnbewegungen und histologisch Umbauvorgänge ohne pathologischen Zeichen eintreten,
3. stärkere Druckkräfte ($25 \text{ bis } 50 \text{ g/cm}^2$) innerhalb oder über dem Kapillardruck mit lokaler oder zeitlich begrenzter Unterbindung des Kapillarkreislaufes mit Um- und Abbauvorgängen im Knochen,

4. starke Druckkräfte, die zu zirkumskripten Nekrobiosen und Resorptionen bis ins Wurzelkork führen.

Um bei solchen kontinuierlich wirkenden Kräften die zweifellos drohende Gefahr von Dauerschäden zu vermeiden, hat A.M. Schwarz die Forderung aufgestellt, daß der z.B. für seine aktiven Plattenapparate angewandte Druck dem 2. biologischen Wirkungsgrad entsprechen, also "unter Einreihung eines Sicherheitsfaktors geringer als 20 g/cm^2 gedrückter Zahnwurzelfläche" sein soll.

Bei den rhythmisch wirkenden Kräften ist die Gefahr der Gewebsschädigung geringer, denn hier sind die Druckperioden nur kurzdauernd und von längeren Erholungspausen gefolgt. Der kapillare Blutkreislauf kann sich, sollte er unterbrochen gewesen sein, wieder einstellen.

Noch unschädlicher dürften die intermittierenden Kräfte sein.

"Sie werden durch das Tast- und Schmerzgefühl des Patienten kontrolliert und gesteuert, so daß Überlastungen fast ausgeschlossen sind" Hotz /40/. Insbesondere die muskulär gesteuerten intermittierenden Kräfte bleiben sicher innerhalb der biologischen Grenzen Häupl /9/ können aber auch unterschwellig und dann wirkungslos sein A.M. Schwarz /41/.

An dieser Stelle hier ist vielleicht die Bemerkung angebracht, daß bei den abnehmbaren Geräten die tägliche Einwirkungszeit stets ein Unsicherheitsfaktor ist, weil sie von der willkürlichen Tragezeit des Gerätes durch den Patienten abhängt. Bei den festsitzenden Apparaturen hingegen kann man von einer gesicherten Krafteinwirkungsdauer ausgehen und den Zeitfaktor als Konstante bei der Kräftedosierung einsetzen. Die festsitzenden Apparate freilich stellen wegen ihrer besonderen Eigenschaften potentiell eine größere Gefahr hinsichtlich des Auftretens von Gewebsschäden dar, die aber heute auf Grund der verfeinerten Technik (Light-wire-Technik) gegenüber den früheren Konstruktionen bereits wesentlich eingeschränkt ist A.M. Schwarz /41/. Bei der Vielzahl der technisch unterschiedlich festsitzenden

Behandlungsmethoden ist es notwendig, daß der Kieferorthopäde zu einer auf seine speziellen und persönlichen Kenntnisse und Erfahrungen abgestimmte Methode findet und indiziert anwendet, ohne alle Methoden gleichermaßen perfekt beherrschen zu müssen.

Vor allem sind es Verankerungsprobleme, die in jeder Technik aufkommen und gelöst werden müssen. Zwar sind sie mit denen bei der Behandlungsweise mit abnehmbaren Geräten vergleichbar, sie müssen aber bei der Anwendung der Multibandgeräte mit viel größerer Aufmerksamkeit und dann doch oft schwieriger bewältigt werden.

Die fehlenden Abstützmöglichkeiten an den Palatinal- und Lingualflächen der Alveolarfortsätze sind nur ein Grund für die Verankerungsschwierigkeiten. Da man außerdem keine starren intra- und intermaxillären Verblockungsmöglichkeiten hat, die bei Platten und Aktivatoren günstige Bedingungen für eine stationäre Verankerung bieten, erfordern besonders Zahnbewegungen in der Sagittalen einen hohen Verankerungsaufwand. Um hier reziproke unerwünschte Wirkungen zu verhindern, muß man die engständigen Zähne des zu regulierenden Zahnbogens gegen die mesiale Zugrichtung anstellen. Einen entsprechenden Anstellwinkel der Zahnachsen erhält man durch den sogenannten "tip back", einem nach apikal gerichteten Knick der Enden des in die Brackets eingliederten Bogens. Diese Maßnahme reicht in vielen Fällen nicht aus, so daß zusätzlich ein Headgear, also eine occipitale Verankerung, angewendet werden muß. Mit Hilfe dieser extraoral angelegten Kraftabstützung soll die sagittale Position der Molaren gesichert werden. Die Eingliederung und die gewissenhafte Überwachung der festsitzenden Apparaturen, wenn man die Handhabung der kieferorthopädischen Geräte generell betrachtet, erfordert einen wesentlichen größeren Zeitaufwand seitens des Kieferorthopäden. Es wäre auch falsch anzunehmen, daß ein festsitzendes Behandlungsmittel gerade wegen des Vorteils, daß es nicht selbst entfernt werden kann, für einen unzuverlässigen Patienten indiziert sei. Gerade die zuverlässige Mitarbeit des

Patienten ist nämlich eine unabdingbare Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung festsitzender Apparate. Nachlässigkeit und mangelhafte Mundhygiene bedeuten eine erhebliche Gefahr. Die Schäden, die durch nachlässige Zahnpflege und unzureichende Kontrollmöglichkeiten entstehen können, werden durch die verbesserte Korrekturmöglichkeiten nicht aufgewogen. Doch sollte sich der Behandler immer dessen bewußt bleiben, daß er bei der Handhabung festsitzender Multibandgeräte die vornehmliche Verantwortung zu tragen bereit sein muß, und daß er die Gefahren, die sich beim Überschreiten der biologischen Wirkungsgrade für die Zähne ergeben können, immer vor Augen haben sollte.

5. Eigene Untersuchung

5.1. Material und Methode der Messung

Bei dem Untersuchungsmaterial handelt es sich um Zahnfilm-röntgenaufnahmen von Probanden einer Habilitationsstudie von M. Janson, Bergen 1979 /42/.

Die untersuchten Patienten stammen aus Bergen und Umgebung. Bei allen Patienten ist eine Prognathie der Angle-Klasse 2/1 behandelt worden. (s.S. 71).

Eine Gruppe mit Extraktionen der vier Prämolaren, 18 Patienten, steht einer Gruppe ohne Extraktionen, 34 Patienten, gegenüber. Bei 28 Patienten lagen zusätzlich Röntgenaufnahmen vor, die im Durchschnitt 6, 5 Jahre nach Behandlungsabschluß angefertigt worden sind. Davon gehören 16 Probanden der Extraktionsgruppe an. Die Extraktionspatienten sind ausschließlich mit der Edgewise-Multiband-Technik behandelt worden. Bei den Patienten ohne Extraktionen ist die Behandlung mit Aktivator eingeleitet und dann ebenfalls mit der Multiband-Technik beendet worden.

Gemessen worden sind alle oberen und unteren Schneidezähne und Eckzähne mit röntgenologisch abgeschlossenem Wurzelwachstum. Um möglichst standardisierte Röntgenaufnahmen zur späteren Vergleichskontrolle zu erhalten, hat man sich bei den Probanden der Parallel-Technik bedient. Die Parallel-Technik bzw. Rechtwinkeltechnik ermöglicht eine exakte Platzierung des Films im Strahlenbündel. Die Verzerrung wird bei dieser Technik auf ein Minimum reduziert, wenn man den Film in parallele Lage zur Längsachse des Objekts bringt, die Distanz zwischen Fokus und Objekt vergrößert und die Röntgenstrahlen rechtwinklig zum Film leitet.

Die Röntgenbilder werden im abgedunkelten Raum auf einen Lichtkasten gelegt und nach einer Hell-Dunkel-Adaption der Augen von etwa 5 Minuten

konnten mittels Schieblehre mit einem Meßbereich bis 0, 05 und Lineal die Kronen- und Wurzellängen der Zähne gemessen werden. Zur Messung sind mesiale und distale Schmelz-Zementgrenzen verbunden worden. Der Überschneidepunkt dieser Verbindungslinie mit der Längsachse der Zähne ergab den Meßpunkt für Kronen- und Wurzellänge, Abb. 4, 5, 6.

Geht man davon aus, daß sich die Länge der Zahnkronen während der Behandlung nicht verändert, kann der Vergrößerungsmaßstab der zweiten Aufnahme der jeweiligen ersten Aufnahme arithmetrisch angepaßt und die Längenunterschiede der Zahnwurzeln festgestellt werden.

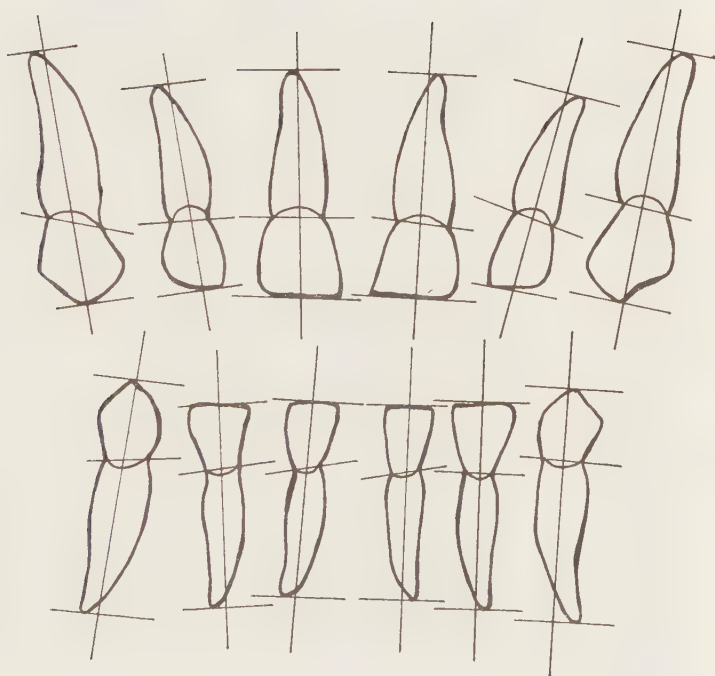


Abb.4: Die Darstellung zeigt die Meßlinien der oberen und unteren Schneidezähne und der Eckzähne.



Abb.5: Das Röntgenbild zeigt die Meßpunkte und Meßlinien eines oberen mittleren Schneidezahnes.



Abb. 6: Das Röntgenbild zeigt die Meßpunkte und Meßlinien eines oberen seitlichen Schneidezahnes und eines Eckzahnes.

36 H., B. geb. 17.07.59 2 nonex / 2

19.05.71 06.10.78

13	10,3/17,2	12,5/18,1 =+0,6
12	8,9/15,8	9,0/16,3 =+0,4
11	10,1/17,7	10,1/17,0 =-0,7
21	10,3/17,6	10,8/16,5 =-2,0
22	8,9/16,6	9,2/15,6 =-1,5
23	10,2/18,3	10,5/18,2 =-0,6
33	9,7/17,9	9,5/17,3 =-0,2
32	8,9/16,9	9,4/15,0 =-2,8
31	8,6/15,1	9,0/14,7 =-1,1
41	8,4/15,2	8,6/14,8 =-0,8
42	9,3/15,8	9,5/16,2 =+0,1
43	10,3/18,1	9,4/17,7 =+1,2
		<u>-0,6</u>

K., M. geb. 03.03.63 2 nonex / 3

10.10.72 27.05.74 14.12.79

13	10,3/16,9	10,0/16,4 = 0,0	10,4/16,0 = -1,1
12	9,6/13,3	8,1/13,9 =+2,7	8,9/13,8 = +1,6
11	9,9/14,6	8,9/14,1 =+1,0	10,0/14,3 = -0,4
21	9,5/16,1	8,9/14,1 =-1,0	9,5/14,3 = -1,8
22	7,9/15,7	7,7/14,8 =-0,5	8,1/15,5 = -0,6
23	10,2/17,2	8,9/16,3 =+1,3	10,1/17,3 = +0,3
33	10,1/17,2	9,5/16,8 =+0,6	9,7/17,1 = +0,5
32	9,3/14,6	8,5/13,9 =+0,6	9,4/14,1 = -0,6
31	8,9/13,4	7,9/13,1 =+1,2	8,4/13,2 =+0,6
41	9,1/13,4	7,9/13,6 =+2,0	8,5/13,9 = +1,5
42	8,6/16,3	8,2/14,7 =-0,8	8,9/14,9 = -1,9
43	10,1/17,6	9,4/14,2 =-2,1	9,8/17,9 = +0,8
		<u>+0,4</u>	<u>-0,09</u>

B., E.

geb. 25.08.58 1 ex / 2

	30.11.68	20.03.74
13	9,9/14,3	9,6/17,7 = +3,95
12	9,4/17,3	10,3/13,6 = -4,89
11	11,3/16,6	10,9/15,4 = -0,63
21	11,8/18,6	12,0/16,0 = -2,87
22	9,6/14,1	10,0/16,6 = +1,84
23	10,2/10,9	10,6/15,4 = +3,92
33	9,5/15,9	10,6/18,1 = +0,32
32	9,2/16,9	9,6/15,1 = -2,43
31	10,1/14,9	9,2/13,9 = +0,36
41	9,4/15,3	9,2/14,8 = -0,18
42	9,5/17,3	8,9/15,2 = -1,02
43	10,7/13,9	11,0/16,2 = +1,86
		<u>+0,019</u>

A., M.

geb. 27.08.58 1 ex / 3

	11.03.71	27.11.72	04.10.79
13	10,6/14,5	10,8/17,8 = +2,97	9,65/17,5 = +4,3
12	10,9/11,7	9,9/13,4 = +3,05	9,0 /14,1 = +4,4
11	11,0/13,0	10,8/13,1 = +0,34	9,7 /13,5 = +2
21	10,7/12,2	11,1/12,4 = -0,25	9,6 /13,25= +2,25
22	9,5/13,4	10,1/12,8 = -0,96	8,55/13,6 = +1
23	10,6/15,1	10,2/19,0 = +4,46	9,85/19,1 = +5,1
33	9,5/16,7	9,5/18,2 = +1,50	9,2 /17,8 = +1,6
32	9,0/14,8	9,1/13,4 = -1,55	8,3 /14,15= +0,65
31	8,9/14,0	9,0/11,3 = -2,83	7,4 /11,85= +0,21
41	8,4/13,2	9,8/10,0 = -4,63	8,4 /10,15= -3,05
42	8,6/17,5	10,0/11,8 = -7,35	7,95/12,9 = -3,3
43	9,9/17,7	10,0/16,7 = -1,17	8,1 /18,6 = -4,1
		<u>-0,5</u>	<u>+0,9</u>

Die Abb. 4 zeigt schematisch die auf diesem Wege gefundenen Meßlinien der oberen und unteren Schneidezähne und der Eckzähne. Bei den Abb. 5 und 6 handelt es sich um Röntgenaufnahmen aus dem Untersuchungsmaterial, welche die Meßpunkte und die danach gezogenen Meßlinien bei 21, 12 und 13 zeigen. Man erkennt, daß es nicht leicht ist die Schmelz-Zementgrenze genau zu deuten. Bei den Tabellen auf Seite 36 und 37 handelt es sich um die Meßprotokolle von vier Patienten. Aus der Nonexgruppe und aus der Exgruppe sind jeweils ein Patient mit und einer ohne Nachkontrolle ausgewählt worden.

5.2. Statistisches Vorgehen

Für die statistische Auswertung waren also folgende Variablen relevant: das Geschlecht des Patienten, das Alter des Patienten zu Beginn der Behandlung, Zugehörigkeit zur Ex- oder Nonexgruppe, die Dauer der Behandlung und die Werte der Wurzelverkürzung nach der Behandlung und bei späterer röntgenologischer Nachuntersuchung.

Für alle Variablen wurden der Mittelwert ($\bar{x}$), die Standardabweichung (s), der größte Wert ($x_{\max}$), der kleinste Wert ($x_{\min}$) und die Spannweite (Range) errechnet.

Aufgrund der geringen Fallzahl fehlen dabei einige Werte.

Da das Ziel der statistischen Auswertung nicht allein darin liegt, die absoluten Werte der Parameter der einzelnen Variablen zu ermitteln, sondern auch Unterschiede festzustellen, wird das Ausmaß der Differenzen jeweils auf Signifikanz überprüft.

Dazu wird die Nullhypothese, $x_1 = 0 = x_2$, nämlich daß die Erwartungswerte der Grundgesamtheit übereinstimmen, aufgestellt. Die Nullhypothese wird verworfen und die Alternativhypothese angenommen, falls zwischen den beiden Grundgesamtheiten ein echter Unterschied besteht. Die Entscheidung wird mit dem t-Test für den Vergleich zweier Mittelwerte unabhängiger Stichproben bei gleichen Varianzen herbeigeführt.

Dabei wird als Prüfgröße

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

mit

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}$$

als Mittelwert der Stichprobe von Umfang n_j aus Gruppe j und

$$s_j^2 = \frac{1}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_j} (x_{i,j} - \bar{x}_j)^2$$

als Varianz der Stichprobe vom Umfang n_j aus Gruppe j verwendet.

Die berechnete Prüfgröße wird mit dem entsprechenden Wert aus der t-Verteilung mit $(n_1 + n_2 - 2)$ Freiheitsgraden verglichen.

Falls der Wert der Prüfgröße t größer als der Wert der t-Verteilung ist, dann muß die Nullhypothese abgelehnt werden.

Die oben erwähnte Formel der t-Verteilung setzt bei den Grundgesamtheiten gleiche Varianzen voraus.

Diese Frage wird mit dem zweiseitigen Fischer-Test beantwortet.

Die Nullhypothese H_0 ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) wird abgelehnt zugunsten der Alternativhypothese $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ falls die Prüfgröße

$$\frac{1}{r} = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad \text{mit } (n_1 - 1; n_2 - 1) \text{ Freiheitsgraden größer dem}$$

entsprechenden Wert der F-Verteilung ist.

Der Zusammenhang zwischen der Dauer der Behandlung und dem Ausmaß der Wurzelspitzenverkürzung wurde mit dem Korrelationskoeffizienten überprüft.

Dazu wird die Prüfgröße

$$\frac{1}{r} = \frac{\sum x y - \frac{1}{n} \sum x \sum y}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2 \right] \left[\sum y^2 - \frac{1}{n} (\sum y)^2 \right]}}$$

nach der folgenden Transformation berechnet und mit dem entsprechenden Werten der t-Verteilung verglichen

$$\hat{t} = (r) \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

5.3. Statistische Ergebnisse:

Als Ergebnis der Untersuchung ergibt sich eine durchschnittliche Wurzelverkürzung aller 511 gemessenen Zähne von - 0, 55 mm.

Davon weisen 321 Zähne der männlichen Patienten eine durchschnittliche Wurzelverkürzung von - 0, 79 mm und 190 Zähne der weiblichen Patienten eine durchschnittliche Wurzelverkürzung von - 0, 41 mm auf.

Auf Grund der großen Schwankungen der einzelnen Werte haben diese Durchschnittswerte keine besondere Bedeutung.

Statistisch gesehen kann bei der Frage, ob zwischen männlichen und weiblichen Patienten in Bezug auf die Wurzelresorptionen signifikante Unterschiede bestehen, ausgesagt werden, daß die Hypothese ($s_1 = s_2$), mit Ausnahme der Variable 43, auf dem 2 % Niveau nicht abgelehnt werden kann.

Der t-Test macht deutlich, daß kein Unterschied zwischen dem Ausmaß der Wurzelspitzenresorptionen zwischen männlichen und weiblichen Patienten feststellbar ist. Die Differenzen der Resorptionen sind also nicht signifikant.

Bei der Gegenüberstellung der ex- und der nonex-Gruppe kann ebenfalls die Nullhypothese nicht abgelehnt werden, da der Testwert $\hat{F}$ bei jeder Variablen, selbst auf dem 10 % Niveau, kleiner als der entsprechende Schwellenwert der F-Verteilung ist.

Das heißt, die Varianzen sind gleich.

Der t-Test zeigt, daß bei keiner Variablen ein signifikanter Unterschied zwischen ex- und nonex-Behandlung festzustellen ist.

Bei der Betrachtung des Problems der Unterschiede zwischen der Wurzellänge bei Ende der Behandlung und bei der Nachuntersuchung nach durchschnittlich 6, 5 Jahren kann man zur gleichen Feststellung kommen.

Die Werte der Variablen haben sich bei der Nachuntersuchung im Verhältnis zu den Werten nach der Behandlung nicht signifikant verändert.

Ebenso gelangt man beim angewendeten statistischen Vorgehen zu keiner Signifikanz, was die Unterscheidung des zeitlichen Behandlungsbeginns vor und nach-dem abgeschlossenen 11. Lebensjahr betrifft.

Verschiedene wichtige Untersuchungsergebnisse werden im folgenden durch Histogramme (s.S. 92) graphisch veranschaulicht.

Auf der Ordinate werden dazu die Anzahl der Zähne mit einer Resorptionsgröße in einem bestimmten Intervall, hierbei jeweils 2 mm, aufgetragen. Histogramme wurden hergestellt von den untersuchten Zahnarten (13 - 43), der Behandlungszeit und dem Behandlungsbeginn. Alle Zähne mit Resorptionen deren Größe in einem Intervall liegen, werden zu einem Ergebnis zusammengefaßt. Die Häufigkeit für das Auftreten dieser Resorptionen wird durch ein Rechteck dargestellt, dessen Grundlinie auf der Ordinate liegt und gleich dem zum Ergebnis gehörenden Intervall ist.

Mit dieser Straffung des Urmaterials ist ein gewisser Informationsverlust verbunden. Dafür erhält man aber ein übersichtliches Bild der Verteilung.

Ohne große Berechnung ist aus allen Histogrammen sofort ersichtlich, daß die Annahme der Normalverteilung zu Recht besteht. Bei rein oberflächlicher Betrachtung der Histogramme der untersuchten Zahnarten fällt die Abnahme der Veränderungsfläche vom mittleren Schneidezahn bis zum Eckzahn in allen vier Kieferquadranten auf. Im Plusbereich überwiegen die Eckzähne, deren Wurzelentwicklung innerhalb der untersuchten Zahnarten am spätesten abschließt, die im

Frontzahnbereich anatomisch gesehen die stabilste Zahngattung darstellt und in der Regel weniger extremen Bewegungen (Wurzel-torque) durch kieferorthopädische Behandlung ausgesetzt sind. Die Histogramme mit den Variablen Behandlungszeit und Behandlungsbeginn zeigen die Verteilung der Häufigkeit der gefundenen Resorptionsgrößen in den bestimmten Intervallgrenzen. Am häufigsten liegt die Kieferorthopädische Behandlungsdauer also **zwischen** 5 und 25 Monaten. Der Behandlungsbeginn liegt meistens im Alter von 140 und 150 Monaten (11,7 bis 12,5 Jahre).

5.4. Röntgenologisch-klinische Ergebnisse (Fallbeschreibungen)

Einige Röntgenbilder zeigen sehr eindrucksvolle Wurzelschädigungen nach der kieferorthopädischen Behandlung. Anhand von Abbildungen von Röntgenbildern sollen die Möglichkeiten der Schädigungen im Untersuchungsgut demonstriert werden. Die Abb. 7 - 9 zeigen den Röntgenbefund vor der Behandlung und nach einer kieferorthopädischen Behandlungszeit von 3 Jahren. Sehr deutlich sind die Abrundungen der oberen Frontzahnwurzelspitzen zu erkennen. Die Nachuntersuchung nach 4 Jahren und 6 Monaten zeigt, daß der Prozeß der Wurzelresorption nach Beendigung der Behandlung stagniert hat.

Bei den Abb. 10 - 12 handelt es sich um die Röntgenbilder einer 2 Jahre und 3 Monate lang behandelten Patientin. Auch bei diesem Fall beeindrucken die Abrundungen der Wurzelspitzen. Bei der Nachuntersuchung nach 6 Jahren und 4 Monaten ist es interessanter Weise bei 22 zu einer geringen Neubildung der Wurzelspitze, vermutlich erklärbar im Sinne einer Regeneration gekommen. Massive Resorptionen der Wurzelspitzen sämtlicher oberer Schneidezähne nach einer Behandlungszeit von einem Jahr zeigen die Abb. 13 - 15. Außer der Zahnwurzelschädigung durch Verkürzung zeigt die Abb. 14 eine deutliche Verbreiterung des Periodontalspaltes, sowie Einengung der Pulpenräume bei 21 und 22. Auf der Nachuntersuchungsaufnahme nach 5 Jahren und 2 Monaten hat sich der Periodontalspalt bei 21 und 22 normalisiert. Deutlich zu sehen ist die völlige Obliteration der Pulpenräume dieser Zähne.

Zu einer Wurzelspitzenabflachung bei 12 ist es wie die Abb. 16 und 17 zeigen bei einem Patienten gekommen, der 2 Jahre kieferorthopädisch behandelt worden ist. Die Nachuntersuchung nach 5 Jahren und 10 Monaten zeigt einen unveränderten Zustand. Bei 13, dessen

Wurzel bei Behandlungsbeginn noch nicht vollständig ausgebildet war, sind keine Resorptionerscheinungen zu erkennen.

Eine ziemlich unsymmetrische Wurzelspitzenverkürzung im Sinne von Abflachung und Abrundung ist auf den Abb. 19 und 20 zu erkennen. Die zweite Röntgenaufnahme der Patientin ist 6 Jahre und 8 Monate nach Behandlungsbeginn gemacht worden. Die unterschiedlichsten Meßergebnisse auch bei den Zähnen eines Patienten zeigen die vier Meßprotokolle auf den Seiten 36 und 37.



Abb.7: Röntgenbild vor Behandlung,
10.11.71.

Abb.7-9: Fall N., J



Abb. 8: Röntgenbild nach Behandlung,
29.10.74, Abrundung der Wurzel-
spitzen durch Resorption bei
12,11,21,22.



Abb. 9: Röntgenbild bei Nachuntersuchung, 20.04.79
unveränderter Zustand gegenüber Befund bei
Abb. 8



Röntgenbilder der Abb. 7 - 9 in
Originalgröße



Abb.10: Röntgenbild vor der Behandlung,
11.02.71.

Abb.10-12: Fall G., A.



Abb.11: Röntgenbild nach der Behandlung,
25.05.73, Abrundung der Wurzel-
spitzen durch Resorption bei
12,11,21,22.



Abb. 12: Röntgenbild bei Nachuntersuchung, 11.09.79, geringe Wiederbildung der Wurzelspitze, vermutlich erklärbar im Sinne einer Regeneration.



Röntgenbilder der Abb. 10 - 12 in Originalgröße



Abb.13: Röntgenbild vor Behandlung,
14.03.73.

Abb.13-15: Fall F., N.



Abb.14: Röntgenbild nach Behandlung, 06.03.74, massive Resorption der Wurzelspitzen sämtlicher Schneidezähne, deutliche Verbreiterung des Periodontalspaltes, sowie Einengung der Pulpenräume bei 21, 22.

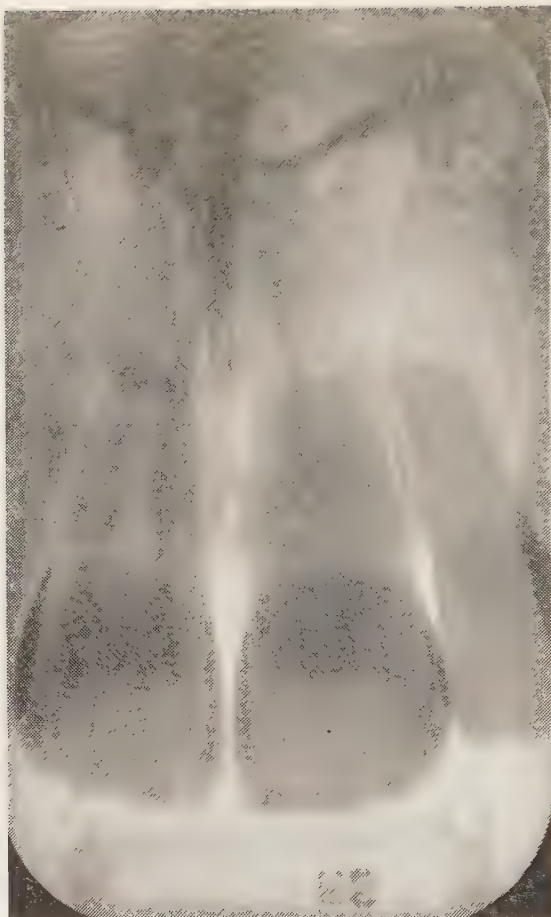


Abb. 15: Röntgenbild bei Nachuntersuchung,
09.05.79, Periodontalspalt bei 21, 22
normalisiert, Obliteration der Pulpen-
räume.



Röntgenbilder der Abb. 13 - 15 in
Originalgröße



Abb.16: Röntgenbild vor Behandlung,
28.10.70.

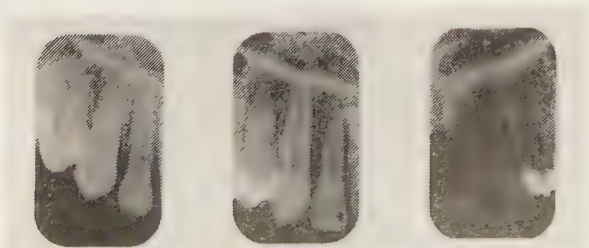
Abb.16-18: Fall E., J.



Abb.17: Röntgenbild nach der Behandlung, 07.11.72, deutlich sichtbare, die Wurzelspitze abflachende Resorption bei 12.



Abb. 18: Röntgenbild bei Nachuntersuchung,
28.09.78', Zustand unverändert gegen-
über Abb. 17.



Röntgenbilder der Abb. 16 - 18 in
Originalgröße

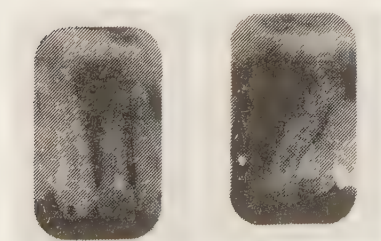


Abb.19: Röntgenbild vor Behandlung,
31.10.72,

Abb.19-20: Fall F., E.



Abb.20: Röntgenbild nach Behandlung 01.06.79, deutlich sichtbare, die Wurzelspitze abrundende Resorption bei 22



Röntgenbilder der Abb. 19 - 20 in Originalgröße

6. Diskussion

Bei retrospektiver Betrachtung der vorliegenden Untersuchung und der Untersuchungsergebnisse bezüglich des Einflusses kieferorthopädischer Behandlungen und der dabei auf Zähne ausgeübter Kräfte muß bekannt werden, daß es sehr schwierig ist, genaueste metrische Unterlagen zu beschaffen. Solche sollen der Feststellung dienen, ob die Wurzeln der Zähne während der Bewegung einen Verlust an Länge durch resorptive Vorgänge erleiden. Es erhebt sich die Frage, inwieweit anhand von Röntgenzahnfilmaufnahmen Wurzellängen bis auf Zehntelmillimeter, auf die ja doch bei der Kleinheit des Objektes ankommt, messbar sind. Als Voraussetzungen werden gefordert gleiche Aufnahmebedingungen vor, während und nach der Behandlung, wozu vor allem Aufnahmetechnik, Qualität, also die sogenannte Standardisierung der Röntgenbilder, gemeint sind. Die Überlagerung einer Zahnwurzel von Alveolarknochen macht es nicht leicht, das Ende der Wurzelspitze mit erforderlicher Genauigkeit zu deuten, wenn man dabei auch noch die unterschiedliche Konfiguration von Wurzelspitzen berücksichtigt. Darin ist wohl auch der Grund zu suchen, daß sich solche Studien nur mit der Betrachtung von Frontzähnen befassen.

Nicht ohne weiteres klar erkennbar und bestimmbar, damit ebenso von metrischen Fehlerquellen behaftet, ist die Schmelz-Zement-Grenze, von der aus ja die Längenmessungen ausgehen sollen. Die intensive Beschäftigung mit Röntgenzahnfilmaufnahmen gibt Anlaß zur Folgerung, daß die gefundenen Durchschnittswerte eine nur relative Aussage ergeben können. Greger et al. /33/ sprechen vom Ausmaß beobachteter Wurzelresorptionen "entsprechend der Auswertbarkeit von Röntgenbildern in Millimeter", wie üblich

angegeben werden. Sie ziehen den Begriff der "funktionellen Wurzeloberfläche" heran, definieren diesen und wollen über diese bestimmbare Größe wesentlich aussagekräftigere Angaben erreichen. In ihrer Diskussion bestätigen sie, daß die oberen Schneidezähne am stärksten von Wurzelresorptionen gefährdet sind. Sie ziehen die Untersuchungsergebnisse von Linge und Linge /28/ heran und werteten diese nach dem eigenen Verfahren aus. Den sich danach ergebenden Befunden zufolge würde es bei einer durchschnittlichen Wurzelverkürzung von $1,52 \pm 1,08$ mm bedeuten, daß jeder Patient an seinem meistgeschädigten Schneidezahn ca. 7,5 % aktives Desmodont verliert, und daß fast ein Drittel aller Patienten, statistisch gesehen, mindestens an einem Zahn mehr als 9,3 % bis 14,4 % (je nach Zahntyp) funktioneller Wurzeloberfläche einbüßt. Es sei darauf verwiesen, daß Greger et al. davon ausgehen, daß der Anteil des aktiven Desmodonts an der gesamten Zahnwurzeloberfläche durchschnittlich 90,4 % beträgt, zwischen einem Minimum von 89,1 % bei oberen seitlichen Schneidezähnen und einem Maximum von 92,1% beim oberen 1. Prämolaren. Sie betonen auch, daß bei der Interpretation der von ihnen errechneten Tabellen und Kurven zu berücksichtigen ist, daß sie nur für Zähne gültig sind, bei denen es noch zu keinem marginalen Desmodontverlust gekommen ist. Das eigene Untersuchungsgut umfaßte die Röntgenzahnfilmaufnahmen von 52 kieferorthopädisch behandelten Probanden, jeweils zu Beginn der Behandlung und zum Abschluß der Behandlung, davon 18 Fälle mit Extraktionen von Zähnen. Das sich aus dem Histogramm ergebende Alter zu Beginn der Behandlung stellt sich zwischen 140 und 150 Monaten im Schnitt dar. Die Behandlungszeit betrug durchschnittlich 5 bis 25 Monate.

Von 28 Probanden lagen zusätzlich Röntgenbefunde vor, die im

Durchschnitt 6, 5 Jahre nach Behandlungsabschluß während Nachkontrollen erhoben werden konnten.

Die Wurzellängenmessungen wurden an den oberen und unteren 4 Frontzähnen und an den beidseitigen Eckzähnen im Ober- und Unterkiefer durchgeführt. Insgesamt waren 511 Zähne meßbar und einbezogen. Anomaliegruppe und therapeutisches Gerät (s.S. 32) waren bekannt. Will man den die Wurzelverkürzungen betreffenden Durchschnittswert heranziehen, so beträgt dieser die Größe von - 0, 55 mm. Ordnet man die gemessenen Zähne nach männlichen (312) und weiblichen (190) Geschlecht zugehörig, ergibt sich im ersten Fall ein Minus von 0, 79 mm und im zweiten ein Minus von 0, 41 mm im Durchschnitt, wobei der t-Test keine Signifikanz der Geschlechtsunterschiede ergab. Insgesamt gesehen haben solcher Art von Durchschnittsangaben deshalb keine Bedeutung, weil die einzelnen Meßergebnisse viel zu große Schwankungen aufweisen, wie den Histogrammen (s.S. 88) zu entnehmen ist. Eine Signifikanz ergab sich auch nicht in den Ergebnissen aus der Ex- und Nonexgruppe, auch nicht in der Gruppe, die einer späteren Kontrolluntersuchung unterzogen worden war.

Bemerkenswert im eigenen Untersuchungsgut sind die extremen Unterschiede im Auftreten von Wurzelresorptionen. Sie bestätigen, daß die oberen Frontzähne besonders gefährdet sind, was für die Anomaliegruppe Angle-Klasse II/1 in dieser Studie speziell festzustellen ist, wenn auch in den Histogrammen für jede Zahngattung eine gewisse Resorptionsgröße gut erkennbar ist.

Die innerhalb der Histogramme registrierten Wurzellängen-Zunahmen besonders bei den Eckzähnen lassen sich hauptsächlich damit erklären, daß diese Zähne innerhalb des Beobachtungszeitraums die Wurzelentwicklungsphase erst abschlossen. Zähne in der Wurzelentwicklungsphase sollen ja weniger gefährdet sein /19/. Im Gegensatz zu den

protrudierten Frontzähnen besonders im Oberkiefer, ist das Bewegungsmaß der Eckzähne auch geringer. Sogar ihre Einordnung in Extraktionslücken der 1. Prämolaren, meist durch nach distal gerichtete Kippung, belastet den Wurzelspitzenbereich kaum. Mit größter Zurückhaltung ließe sich auch die vage Hypothese aufstellen, ob es bei Belastung von Zähnen, bedingt durch die individuelle Konstitution, wie Abwehrreaktion der Gewebe, bedingt auch durch gegebene anatomische Verhältnisse, wie Höhe und Breite der Alveolarfortsätze, nicht nur zu Resorptionen an den Wurzelspitzen, sondern zur Zunahme der Wurzelhartgewebe und damit zur Stabilisierung der Zähne kommt ? Zumindest könnte man zu dem Schluß kommen, daß die konstitutionellen Vorbedingungen dafür ebenso von Bedeutung sind, wie die Größe der kieferorthopädischen Kräfte, soweit diese im Rahmen der biologisch vertretbaren Grenzen bleiben.

Wenn es auch als beruhigend bezeichnet werden kann, daß nach abgeschlossener Behandlung das Resorptionsausmaß stagniert, sind die Abrundungen und auch Abflachungen von Wurzelspitzen bei einigen Patienten sehr beeindruckend (s. Abb. 8, 11, 17, 26). Kann man auch davon ausgehen, daß bei durchschnittlichem Resorptionsgrad der betroffene Zahn nicht als iatrogen geschädigt vom Verlust bedroht ist, sollte aber allgemein gesehen Nutzen und möglicher Schaden durch eine kieferorthopädische Behandlung gründlich abgewogen werden, besonders dann, wenn zusätzlich Stützgewebe im marginalen Bereich des Parodontiums bereits atrophiert ist oder während der kieferorthopädischen Therapie verloren ging. Dieses Problem muß aus parodontaler Sicht besonders beim Erwachsenenpatienten als wesentlich gravierender beurteilt werden. Nachdem die Ursachen von Wurzelspitzenresorptionen nicht ungeklärt geblieben sind, sollte man sich der Vorbeugung zuwenden, deren

Maßnahmen Greger et al. /33/ zusammenstellen: Optimierung der Kraftapplikation bei allen Behandlungssystemen, die körperliche Bewegungen anstreben; zielgerichtete Zahnbewegungen unter Vermeidung des "jiggling"; Anwendung leichter intermittierender Kräfte; Verlaufskontrolle durch Röntgenaufnahmen besonders im Frontzahnbereich; möglichst kurze Behandlungszeit; Beseitigung okklusaler Fehlbelastungen und Dysfunktionen. Es kann noch dazugefügt werden, daß der Behandlungsbeginn während der Gebißentwicklung eine bessere Gewähr für den schadensfreien Behandlungsverlauf gibt als der nach Abschluß der Zahnentwicklung und im Erwachsenenalter.

7. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die vorliegende Untersuchung an 52 wegen Stellungsanomalien der Zähne behandelten jugendlichen Patienten wurde mit dem Ziel unternommen, die Wurzellänge der oberen und unteren Front- und Eckzähne vor und nach der orthodontischen Behandlung anhand von Röntgenzahnfilmen metrisch zu erfassen.

Bei 18 Patienten waren während der Behandlung Zahnextraktionen durchgeführt worden.

Von 28 Patienten lagen nicht nur Anfangs- und Schlußunterlagen vor, sondern auch Röntgenbilder mit einem Zeitabstand von 6, 5 Jahren nach der Behandlung.

Die Messergebnisse wurden statistisch ausgewertet.

Zusammenfassend ergab sich, daß bei 511 gemessenen Zähne im Durchschnitt Wurzelverkürzungen im Ausmaß von $-0,55\text{mm}$, davon bei 321 Zähnen männlicher Patienten von $-0,71\text{mm}$, bei 190 Zähnen weiblicher Patienten von $-0,41\text{mm}$. Diese Werte sind aber bei der großen Schwankung der Einzelwerte bedeutungslos. Erst in den Histogrammen stellen sich die Wertschwankungen deutlich dar und bestätigen eine Abnahme der Veränderungsfläche vom mittleren Schneidezahn bis zum Eckzahn in allen 4 Kieferquadranten.

Im plusbereich überwiegen die Eckzähne, deren Wurzelentwicklung innerhalb der untersuchten Zahnarten am spätesten abschließt, die im Frontzahnbereich anatomisch gesehen die stabilste Zahngattung darstellt und in der Regel weniger extremen Bewegungen, wie dem Wurzeltorque, ausgesetzt sind.

Die Frage, ob es während kieferorthopädischen Zahnbewegungen zu Wurzelspitzenresorptionen kommen kann, ist grundsätzlich positiv zu beantworten.

Durchschnittliche Resorptionswerte sind ohne klinische Bedeutung. Der Einzelfall mit eindeutiger, röntgenologisch gut sichtbarer Schädigung der Zähne im Sinne von Wurzellängen- und Stabilitätsverlusten muß zu denken geben.

Durch Verantwortungsbewußtsein, umfangreiches Wissen aufgrund solider Ausbildung und durch ständige Analyse der eigenen Erfahrungen des Kieferorthopäden, sollte diese Gefahr als Begleiterscheinung kieferorthopädischer Behandlungen auf ein Mindestmaß verringert werden können.

In diesem Zusammenhang ist zu betonen, daß die kieferorthopädische Tätigkeit im unstreitig hoch spezialisierten Fachgebiet in der Hand des dazu ausgebildeten Kieferorthopäden bleiben sollte.

Ihm fällt die Aufgabe zu, die vielfältigen Faktoren, die zu iatrogenen Schädigungen der Zahnhartgewebe und des Zahnstützapparates führen können, bei der Aufstellung des kieferorthopädischen Behandlungskonzeptes für den individuellen Fall einzubeziehen und diesen nach bestem Wissen und Gewissen prophylaktisch zu begegnen.

Linge /43/ prägte den Satz: " Jack of all, trades-masters of none". So sollte der "master", nämlich der Kieferorthopäde durch hohe Berufsqualifikation das Problem der Wurzelspitzenresorptionen durch Zahnbewegungen wieder in den Griff bekommen können.

8. Literaturverzeichnis

1. Ketcham, A.H.: A preliminary report of an investigation of apical root resorption of permanent teeth. Int.J.Orthodont.13(1927),97-127
2. Ketcham,A.H.: A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. Int.J.Orthodont.15(1929, 300-328
3. Rudolph,C.E.: A comparative study in root resorption in permanent teeth.J.Amer.dent.Ass.23(1936),822-826
4. Rudolph,C.E.: an evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment.J.dent.Res.19(1940),367-371
5. Stuteville,O.H.: injuries caused by orthodontic forces and the ultimate results of these injuries.Amer.J,Orthodont.and Oral Surg. 24(1938),103-116
6. Hemley,S.: The incidence of root resorption of vital permanent teeth.J.dent.Res.20(1941),133-141
7. Massler,M.A.J.Malone: Root resorption in human permanent teeth, a roentgenographic study.Amer.J.Orthodont.40(1954),619-633
8. Massler,M.J.G. Perreault: Root resorption in the permanent teeth of young adults.j.Dent.Child.21(1954),158-164
9. Häupl,K.: Kieferorthopädischer Gewebeumbau und Muskelreiz. Fortschr.Kieferorthop. 16(1955),52-71
- 10.Herren,P.: Orthodontischer Gewebsumbau und parodontale Störungen. Fortschr. Kieferorthop. 19(1958),345-357
- 11.Philipps,J.R.: Apical root resorption under Orthodontic therapy. Angle Orthodont. 25(1955),1-22
- 12.Stahl,A.: Parodontale Schäden infolge kieferorthopädischer Behandlung. Fortschr. Kieferorthop. 19(1958),72-84
- 13.Petrik,L.: Parodontale Schäden als Folge kieferorthopädischer Behandlung.Fortschr. Kieferorthop. 19(1958),304-320

14. Herzog-Specht, E.: Röntgenologische Befunde mit festsitzenden Apparaten. Fortschr. Kieferorthop. 27(1966), 224-225
15. Hotz, R.: Wurzelresorptionen an bleibenden Zähnen. Fortschr. Kieferorthop. 28(1967), 217-224
16. Lieb, G.: Zur Problematik einer körperlichen Zahnbewegung beim Lückenschluß im oberen Frontzahnbereich. Fortschr. Kieferorthop. 30(1969), 179-188
17. De Shields, R.W.: A study of root resorption in treated class 2 division 1 malocclusions. Angle Orthodont. 39(1969), 231-245
18. Morse, P.H.: Resorption of upper incisors following orthodontic treatment. Dent. Pract. 22(1971), 21-35
19. Rosenberg, H.N.: An evaluation of the incidence and amount of apical root resorption and dilaceration occurring in orthodontically treated teeth having incompletely formed roots at the beginning of Begg treatment. Amer. J. Orthodont. 61 (1972), 524-525
20. Sjölen, T.B.U. Zachrisson: Peridontal bone support and tooth length in orthodontically treated and untreated persons. Amer. J. Orthodont. 64 (1973), 28-37
21. Wainwright, W.M.: Faciolingual tooth movement: Its influence on the root and cortical plate. Amer. J. Orthodont. 64 (1973), 278-302
22. Reitan, K.: Anfängliches Gewebsverhalten während der Wurzelspitzenresorption. Informat. Orthodont. u. Kieferorthop. 6 (1974), 194
23. Begg, P.R., Kesling, P.C.: Begg orthodontic theory and technique. W.B. Saunders, Philadelphia, London, Toronto, 1971
24. Goldson, L.C. Henrikson: Root resorption during Begg treatment: A longitudinal roentgenologic study. Amer. J. Orthodont. 68 (1975), 55-66
25. Hoeve, A.T., R.M. Mulie: The effect of antero-posterior incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminography. J. clin. Orthodont. 10 (1976), 804-822

- 26.Dietrich,P.: Parodontale Gesichtspunkte bei der Kieferorthopädischen Behandlung Erwachsener. Fortschr. Kieferorthop. Bd.41(1980),602-617
- 27.Linge,D.B.,Kinge,L.: Apikale Wurzelresorptionen der oberen Frontzähne. Fortschr. Kieferorthop. 41 (1980),276-288
- 28.Linge,O.B., Linge,L.: Wurzellängen der oberen Schneidezähne und kieferorthopädische Therapie. Fortschr. Kieferorthop. 44 (1983), 392-407
- 29.LAbee, E.M., Sandernik, G.C.H.: Apical root resorption during Begg treatment. J.clin.Orthodont. 19 (1985), 60-61
- 30.Begg,P.R.: in Graber,T.M. : Current orthodontic concepts and techniques, Bd.II. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London Toronto, 1969 (585ff)
- 31.Kaminik,M.: Kieferorthopädische Therapie mit festsitzenden Apparaten.J.A.Barth, Leipzig, 1980 (100-103)
- 32.Odenrick,L.Brattstroem,V.: Nailbiting: frequency and association with root resorption during orthodontic treatment. Br.J.Orthodont. 12 (1985), 78-81
- 33.Greger,H.,Zimmer, M. Miethke, R.: Verlust an Wurzeloberfläche bei apikalen Resorptionen - ein mathematisches Modell. Zur Quantifizierung. Prakt. Kieferorthop. 1: 37 - 42, 1987
- 34.Reitan,K. in Graber, T.M., Swain, B.F.: Orthodontics-Current principles and techniques. CV Mosby Company, St. Louis, Toronto Princeton, 1985
- 35.Pilz,W.,C.,H. Plathner,H.Taatz: Grundlagen der Kariologie und Endodontie: Leipzig (1975), 75-83
- 36.Berkovitz,B.K.B.,G.R.Holland,B.J.Moxham: Farbatlas und Lehrbuch der oralen Anatomie: Wien (1980), 107-119
- 37.Rubel,I.: Atypical root resorption of maxillary primary central incisor due to digital sucking: a report of 82 cases. ASDC J. Dent.Child. 53 (1986), 201-204

38. Belanger, G.K., Coke, J.M.: Idiopathic external root resorption of the entire permanent dentition: report of case: ASDC J.Dent. Child. 52 (1985), 359-363
39. Weise, W. Die Behandlung. In Kieferorthopädie, Praxis der Zahnheilkunde Bd. IV, Urban und Schwarzenberg, München 1969
40. Hotz, R. Orthodontie in der täglichen Praxis. Hans Huber, Bern, Stuttgart, Wien, 1970, 110 -111
41. Schwarz, A.M.: Lehrgang der Gebißregelungen. Wien, 1953, 87 -117, Bd.
42. Janson, M.: Long-term effects of orthodontic treatment. A functional, cephalometric and clinical study of Angle CI. II, div. 1 malocclusion cases. Thesis. University of Bergen (1981). Hab. Schr., Bergen (1979), 132 - 151
43. Linge, O.B.: FDI Manila 1986.

9. Anhang bzw. Tabellen

Tabelle über Untersuchungsgut:

Männliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit 1. und 2. Kontrollaufnahme, Extraktionsgruppe:

	Behandlungs- beginn	Abschluß der Behandlung	Kontrolle
Erge, Knut Stele: geb. 09.05.56	09.06.69	29.04.71	17.10.79
Gundersen, Gjert: geb. 14.11.59	26.09.72	16.05.74	29.05.79
Odd, Vik: geb. 10.08.53	05.09.66	19.03.68	05.11.79
Andreassen, Marian: geb. 27.08.58	11.03.71	27.11.72	04.10.79
Haugland, Tone: geb. 15.02.61	06.12.72	22.05.74	28.09.79
Hofstad, Hakon: geb. 16.01.54	12.03.64	14.06.67	01.02.79
Nielson, John: geb. 07.10.54	10.11.71	29.01.74	20.04.79
Gill, Atle: geb. 20.06.59	11.02.71	25.05.73	11.09.79

Weibliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit 1. und 2. Kontrollaufnahme, Extraktionsgruppe:

Fredriksen, Nina: geb. 16.10.59	14.03.73	06.03.74	09.05.79
Johnson, Asta Karin: geb. 30.09.57	06.02.69	15.10.71	04.10.79
Ekberg, Helene: geb. 12.08.53	25.02.66	23.09.70	28.08.79
Johnsen, Siri: geb. 03.05.59	04.12.70	06.12.72	23.05.79
Heimark, Tone: geb. 11.07.58	11.11.71	26.03.73	24.08.79

Männliche Patienten, bei Behandlungsbeginn jünger als 120 Monate
mit 1. und 2. Kontrollaufnahme, Extraktionsgruppe:

	Behandlungs- beginn	Abschluß der Behandlung	Kontrolle
Loftheim, Rune: geb. 27.05.57	27.04.65	01.10.73	20.04.79
Dedriksen, Liv: geb. 23.11.59	30.09.69	19.03.73	20.09.79
Berntsen, Robert: geb. 03.06.58	15.02.67	27.11.72	09.10.79

Männliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit einer Kontrollaufnahme, Extraktionsgruppe:

Berge, Even: geb. 25.08.58	30.11.68	20.03.74
Björkelund, Vidar: geb. 03.04.55	02.11.68	07.09.79

Weibliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit einer Kontrollaufnahme, Extraktionsgruppe:

Drotningsvik, Jarun: geb. 08.03.61	05.10.72	18.03.74
Eknes, Mona: geb. 31.10.59	07.09.71	29.08.79
Reite, Anne: geb. 28.06.55	15.06.70	19.10.79
Fristad, Eiind: geb. 03.09.56	31.10.72	01.06.79

Männliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit 1. und 2. Kontrollaufnahme, Nonex-Gruppe:

Epland, John: geb. 30.08.58	28.10.70	07.11.72	28.09.78
Smedal, Rolf: geb. 21.06.61	04.10.71	10.09.76	16.01.79

Weibliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit 1. und 2. Kontrollaufnahme, Nonexgruppe:

Leirnes, Else: geb. 23.01.58	15.02.71	12.12.72	31.01.79
---------------------------------	----------	----------	----------

	Behandlungs- beginn	Abschluß der Behandlung	Kontrolle
Kvalem, Ester: geb. 12.04.63	13.12.74	25.04.63	19.10.78
Fredriksen, Hogne: geb. 09.11.61	20.02.75	07.05.76	29.08.79
Frantzen, Atle: geb. 03.05.58	12.10.71	12.05.58	22.05.79
Helland, Eli: geb. 29.09.60	10.10.72	27.05.74	14.12.79
Knutsen, Mette: geb. 03.03.63	07.11.74	28.04.76	14.12.78
Daviknes, Karin: geb. 07.05.57	13.10.67	21.02.72	21.09.78
Kleivdal, Arne: geb. 25.07.58	27.11.68	16.06.72	30.01.79

Weibliche Patienten, Bei Behandlungsbeginn jünger als 120 Monate,
mit 1. und 2. Kontrollaufnahme, Nonex-Gruppe:

Olsen, Bente: geb. 15.06.53	20.04.63	29.01.66	04.10.78
Djurhuus, Siri: geb. 14.11.60	11.11.69	18.09.73	18.09.78

Männliche Patienten, bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit einer Kontrollaufnahme, Nonex-Gruppe:

Tveit, Rune: geb. 28.07.60	12.04.73	24.01.79	
Togstad, Gro: geb. 28.01.59	01.09.69	26.09.78	
Dale, John: geb. 28.03.58	17.04.72	11.05.78	
Anders, Molven: geb. 10.06.60	02.01.75	21.09.78	

Weibliche Patienten, Bei Behandlungsbeginn älter als 120 Monate,
mit einer Kontrollaufnahme, Nonex-Gruppe:

Bö, Ingrid: geb. 01.04.59	11.11.71	09.12.77	
Ibsen, Hege: geb. 14.11.60	25.09.72	25.04.79	

	Behandlungs- beginn	Abschluß der Behandlung	Kontrolle
Salbu, Karen: geb. 02.09.60	07.10.74	01.02.79	
Dreyer, Vibeke: geb. 23.10.60	09.11.72	29.04.76	
Hagen, Britt: geb. 17.07.59	19.05.71	06.10.78	
Saethre, Elisabeth: geb. 29.03.63	04.06.76	23.01.79	

Männliche Patienten, bei Behandlungsbeginn jünger als 120 Monate,
mit einer Kontrollaufnahme, Nonex-Gruppe:

Torkildsen, Övind: geb. 19.01.58	25.05.66	20.10.78
Haugan, Peter: geb. 28.07.58	22.02.68	25.09.78

Weibliche Patienten, bei Behandlungsbeginn jünger als 120 Monate,
mit einer Kontrollaufnahme, Nonexgruppe:

Thorbjørnsen, Grethe: geb. 16.09.59	2.04.68	20.09.78
Britt, Solend: geb. 30.03.57	10.08.64	17.01.79
Christiansen, Mariann: geb. 16.07.57	25.01.65	07.06.77
Mertens, Mette: geb. 20.01.58	02.09.66	19.04.74
Smedal, Tori: geb. 24.06.63	29.11.72	05.10.77

Mittelwert, Standardabweichung, Range

1. Werte nach Behandlung (Alter zu Behandlungsbeginn > 120 Monate)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.	-.84	2.74	4.60	-5.41	10.01	29
maennl. Pat.	-.14	3.15	4.60	-4.10	8.70	8
weibl. Pat.	-.84	2.62	1.90	-5.41	7.31	21
12 alle Pat.	-.99	2.52	3.50	-5.83	9.33	37
maennl. Pat.	-1.97	2.86	3.50	-5.83	9.33	13
weibl. Pat.	-.46	2.19	2.80	-5.31	8.11	24
11 alle Pat.	-1.09	2.88	6.50	-7.20	13.70	39
maennl. Pat.	-1.44	3.62	6.00	-7.20	13.20	15
weibl. Pat.	-.86	2.37	6.50	-7.00	13.50	24
21 alle Pat.	-.88	2.89	5.50	-7.50	13.00	36
maennl. Pat.	-1.46	3.52	5.50	-7.50	13.00	15
weibl. Pat.	-.47	2.36	5.40	-6.50	11.90	21
22 alle Pat.	-1.65	2.35	3.70	-6.60	10.30	36
maennl. Pat.	-2.63	2.05	3.70	-5.43	9.13	12
weibl. Pat.	-1.16	2.38	3.50	-6.60	10.10	24
23 alle Pat.	-1.14	2.57	4.64	-5.73	10.37	28
maennl. Pat.	-.44	3.46	4.64	-3.90	8.54	7
weibl. Pat.	-1.38	2.25	2.20	-5.73	7.93	21
33 alle Pat.	-.12	2.67	6.80	-5.32	12.12	34
maennl. Pat.	-.58	1.86	2.20	-2.90	5.10	12
weibl. Pat.	.14	3.03	6.80	-5.32	12.12	22
32 alle Pat.	.04	1.94	3.91	-4.43	8.34	39
maennl. Pat.	-.46	1.98	2.20	-2.50	4.70	15
weibl. Pat.	.35	1.88	3.91	-4.43	8.34	24
31 alle Pat.	-.34	1.99	3.40	-4.85	8.25	24
maennl. Pat.	-.62	1.97	2.70	-2.83	5.53	16
weibl. Pat.	-.34	1.99	3.40	-4.85	8.25	24
41 alle Pat.	-.42	1.94	3.41	-4.63	8.04	40
maennl. Pat.	-.57	2.06	2.80	-4.63	7.43	16
weibl. Pat.	-.33	1.90	3.41	-4.50	7.91	24
42 alle Pat.	-.45	2.06	3.50	-7.35	10.85	39
maennl. Pat.	-.59	2.14	1.80	-7.35	9.15	15
weibl. Pat.	-.36	2.06	3.50	-3.90	7.40	24
43 alle Pat.	-.14	2.64	7.50	-5.60	13.10	34
maennl. Pat.	-.32	1.37	1.86	-2.40	4.26	12
weibl. Pat.	-.04	3.15	7.50	-5.60	13.10	22

Mittelwert, Standardabweichung, Range

Werte bei Nachuntersuchung, (Alter zu Behandlungsbeginn > 120 Monate)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.	.24	3.67	8.70	-6.40	15.10	17
maennl.Pat.	2.63	4.88	4.30	-5.40	9.70	6
weibl.Pat.	-1.06	2.08	8.70	-6.40	15.10	11
12 alle Pat.	-.18	2.40	4.40	-4.70	9.10	22
maennl.Pat.	-.44	3.50	4.40	-4.70	9.10	9
weibl.Pat.	.01	1.34	3.50	-2.90	6.40	13
11 alle Pat.	-.16	3.02	4.60	-8.40	13.00	23
maennl.Pat.	-.30	4.21	4.60	-8.40	13.00	10
weibl.Pat.	-.05	1.83	4.25	-3.50	7.75	13
21 alle Pat.	.43	2.53	4.80	-5.10	9.90	23
maennl.Pat.	.61	2.90	4.80	-5.10	9.90	10
weibl.Pat.	.29	2.32	3.80	-2.60	6.40	13
22 alle Pat.	-.77	2.58	3.90	-5.80	9.70	21
maennl. Pat.	-.84	3.09	2.80	-5.80	8.60	8
weibl.Pat.	-.72	2.36	3.90	-4.40	8.30	13
23 alle Pat.	0.00	3.09	5.10	-8.20	13.30	16
maennl.Pat.	2.08	2.48	5.10	-2.40	7.50	5
weibl.Pat.	-.95	2.95	3.60	-8.20	11.80	11
33 alle Pat.	.99	2.17	6.00	-2.30	8.30	18
maennl.Pat.	.54	1.47	4.40	-1.90	6.30	7
weibl.Pat.	1.27	2.55	6.00	-2.30	8.30	11
32 alle Pat.	-.27	2.12	4.70	-4.80	9.50	23
maennl.Pat.	-.94	2.66	.90	-4.80	5.70	10
weibl.Pat.	.24	1.93	4.70	-2.80	7.50	13
31 alle Pat.	.05	1.67	2.30	-3.50	5.80	23
maennl.Pat.	.51	.81	2.30	-3.10	5.40	10
weibl.Pat.	-.31	2.07	1.80	-3.50	5.30	13
41 alle Pat.	.14	2.20	2.80	-3.90	6.70	23
maennl.Pat.	.46	2.15	2.80	-3.05	5.85	10
weibl.Pat.	-.10	2.29	2.80	-3.90	6.70	13
42 alle Pat.	-.41	2.37	3.50	-3.98	7.48	23
maennl.Pat.	-.84	2.14	2.10	-3.75	5.85	10
weibl.Pat.	-.09	2.57	3.50	-3.98	7.48	13
43 alle Pat.	.42	2.74	6.00	-4.10	10.10	18
maennl.Pat.	.43	3.20	3.40	-4.10	7.50	7
weibl.Pat.	.41	2.58	6.00	-2.90	8.90	11

Mittelwert, Standardabweichung, Range

Werte nach Behandlung (Alter zu Behandlungsbeginn $\leq$ 120 Monate)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
maennl. Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl. Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
12 alle Pat.	-1.42	1.98	.80	-4.51	5.31	5
maennl. Pat.	-1.81	2.66	.80	-4.51	5.31	3
weibl. Pat.	-.85	.71	0.00	-1.35	1.35	2
11 alle Pat.	-1.06	2.24	1.90	-5.56	7.46	12
maennl. Pat.	-.54	2.38	.90	-3.71	4.61	5
weibl. Pat.	-1.44	2.24	1.90	-5.56	7.46	7
21 alle Pat.	-.60	2.31	3.30	-4.70	8.00	12
maennl. Pat.	.16	2.63	2.10	-3.54	5.64	5
weibl. Pat.	-1.15	2.09	3.30	-4.70	8.00	7
22 alle Pat.	-.50	2.56	3.70	-2.82	6.52	5
maennl. Pat.	-.41	3.57	3.70	-2.82	6.52	3
weibl. Pat.	-.64	.76	0.00	-1.17	1.17	2
23 alle Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
maennl. Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl. Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
33 alle Pat.	0.00	0.00	2.60	0.00	2.60	1
maennl. Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl. Pat.	0.00	0.00	2.60	0.00	2.60	1
32 alle Pat.	1.39	2.04	3.90	-1.47	5.37	10
maennl. Pat.	.81	2.28	3.36	-1.34	4.70	4
weibl. Pat.	1.77	1.99	3.90	-1.47	5.37	6
31 alle Pat.	.14	1.31	2.20	-2.81	5.01	12
maennl. Pat.	.58	1.31	2.20	-1.21	3.41	5
weibl. Pat.	-.18	1.31	1.30	-2.81	4.11	7
41 alle Pat.	.40	2.30	4.10	-4.27	8.37	12
maennl. Pat.	.56	2.06	1.77	-2.54	4.31	5
weibl. Pat.	.28	2.62	4.10	4.27	8.37	7
42 alle Pat.	.00	2.28	2.72	-3.09	5.81	10
maennl. Pat.	-.07	3.10	2.72	-3.09	5.81	4
weibl. Pat.	.05	1.88	2.50	-2.70	5.20	6
43 alle Pat.	0.00	0.00	5.70	0.00	5.70	1
maennl. Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl. Pat.	0.00	0.00	5.70	0.00	5.70	1

Mittelwert, Standardabweichung, Range

Werte bei Nachuntersuchung (Alter zu Behandlungsbeginn $\leq$ 120 Monate)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
maennl.Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl.Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
12 alle Pat.	-.86	.64	0.00	-1.31	1.31	2
maennl.Pat.	0.00	0.00	0.00	-.40	.40	1
weibl.Pat.	0.00	0.00	0.00	-1.31	1.31	1
11 alle Pat.	.22	1.45	1.38	-2.00	3.38	5
maennl.Pat.	-.45	1.58	1.15	-2.00	3.15	3
weibl.Pat.	1.24	.21	1.38	1.09	.29	2
21 alle Pat.	.29	2.27	2.98	-2.90	5.88	5
maennl.Pat.	-.20	2.35	2.98	-2.90	5.88	3
weibl.Pat.	1.02	2.77	2.98	-.94	3.92	2
22 alle Pat.	-.68	.47	0.00	-1.20	1.20	3
maennl.Pat.	-.75	.64	0.00	-1.20	1.20	2
weibl.Pat.	0.00	0.00	0.00	-.54	.54	1
23 alle Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
maennl.Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl.Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
33 alle Pat.	0.00	0.00	.91	0.00	.91	1
maennl.Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
weibl.Pat.	0.00	0.00	0.00	0.00	.91	1
32 alle Pat.	1.95	1.84	4.00	0.00	4.00	3
maennl.Pat.	2.70	1.84	4.00	0.00	4.00	2
weibl.Pat.	0.00	0.00	.45	0.00	.45	1
31 alle Pat.	.35	1.50	1.50	-.80	2.30	5
maennl.Pat.	.67	1.27	1.50	-.80	2.30	3
weibl.Pat.	-.13	.61	.30	-.56	.86	2
41 alle Pat.	.74	1.82	2.30	-2.30	4.60	5
maennl.Pat.	.57	2.50	2.30	-2.30	4.60	3
weibl.Pat.	1.00	.76	1.54	.46	1.08	2
42 alle Pat.	.75	2.03	2.18	-2.20	4.38	4
maennl.Pat.	-.10	2.97	2.18	-2.20	4.38	2
weibl.Pat.	1.61	.81	2.18	1.03	1.15	2
43 alle Pat.	1.32	3.37	3.70	-1.07	4.77	2
maennl.Pat.	0.00	0.00	0.00	-1.07	1.07	0
weibl.Pat.	1.32	3.37	3.70	-1.07	4.77	2

Werte bei Abschluß der Behandlung, (nonex)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.(nonex)	-1.03	2.54	4.60	-5.41	10.01	13
weibl.Pat.(nonex)	-.70	2.34	1.90	-5.41	7.31	12
12 alle Pat.(nonex)	-.52	2.05	3.50	-5.83	9.33	22
maennl.Pat.(nonex)	-1.68	2.20	3.50	-5.83	9.33	5
weibl.Pat.(nonex)	-.18	1.94	2.80	-5.31	8.11	17
11 alle Pat.(nonex)	-.53	2.34	6.50	-7.20	13.70	29
maennl.Pat.(nonex)	.10	3.34	6.00	-7.20	13.20	7
weibl.Pat.(nonex)	-.73	1.95	6.50	-7.00	13.50	22
21 alle Pat.(nonex)	-.27	2.35	5.50	-7.50	13.00	27
maennl.Pat.(nonex)	.56	3.47	5.50	-7.50	13.00	7
weibl.Pat.(nonex)	-.57	1.85	5.40	-6.50	11.90	20
22 alle Pat.(nonex)	-.96	2.12	3.70	-6.60	10.30	22
maennl.Pat.(nonex)	-1.81	3.38	3.70	-5.43	9.13	5
weibl.Pat.(nonex)	-.72	1.66	3.50	-6.60	10.10	17
23 alle Pat.(nonex)	-.97	2.12	4.64	-5.73	10.37	13
weibl.Pat.(nonex)	-.76	2.07	2.20	-5.73	7.93	12
33 alle Pat.(nonex)	.24	2.62	6.80	-5.32	12.12	19
maennl.Pat.(nonex)	-1.13	2.34	2.20	-2.90	5.10	5
weibl.Pat.(nonex)	.73	2.62	6.80	-5.32	12.12	14
32 alle Pat.(nonex)	.44	2.17	3.91	-4.43	8.34	29
maennl.Pat.(nonex)	-.36	2.12	3.36	-2.50	5.86	8
weibl.Pat.(nonex)	.74	2.16	3.91	-4.43	8.34	21
31 alle Pat.(nonex)	-.28	1.78	3.40	-4.85	8.25	30
maennl.Pat.(nonex)	-.36	1.64	2.70	-2.83	5.53	8
weibl.Pat.(nonex)	-.25	1.86	3.40	-4.85	8.25	22
41 alle Pat.(nonex)	-.10	2.20	4.10	-4.63	8.73	30
maennl.Pat.(nonex)	-.57	2.24	2.80	-4.63	7.43	8
weibl.Pat.(nonex)	.06	2.22	4.10	-4.50	8.60	22
42 alle Pat.(nonex)	-.09	1.88	3.50	-7.35	10.85	29
maennl.Pat.(nonex)	.11	1.59	2.72	-7.35	10.07	8
weibl.Pat.(nonex)	-.16	2.01	3.50	-3.90	7.40	21
43 alle Pat.(nonex)	.18	3.19	7.50	-5.60	13.10	19
maennl.Pat.(nonex)	-.86	.90	1.86	-2.40	4.26	5
weibl.Pat.(nonex)	.55	3.65	7.50	-5.60	13.10	14

Werte bei Abschluß der Behandlung, (ex)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13	alle Pat.(ex) -.33	2.94	4.60	-5.41	10.01	16
	maennl.Pat.(ex) .55	2.66	4.60	-4.10	8.70	7
	weibl.Pat.(ex) -1.01	3.11	1.90	-5.41	7.31	9
12	alle Pat.(ex) -1.61	2.75	3.50	-5.83	9.33	20
	maennl.Pat.(ex) -2.06	3.04	3.50	-5.83	9.33	11
	weibl.Pat.(ex) -1.07	2.41	2.80	-5.31	8.11	9
11	alle Pat.(ex) -1.81	3.05	6.50	-7.20	13.70	22
	maennl.Pat.(ex) -1.92	3.16	6.00	-7.20	13.20	13
	weibl.Pat.(ex) -1.65	3.07	6.50	-7.00	13.50	9
21	alle Pat.(ex) -1.50	3.09	5.50	-7.50	13.00	21
	maennl.Pat.(ex) -1.92	3.04	5.50	-7.50	13.00	13
	weibl.Pat.(ex) -.82	3.26	5.40	-6.50	11.90	8
22	alle Pat.(ex) -2.15	2.55	3.70	-6.60	10.30	19
	maennl.Pat.(ex) -2.38	2.03	3.70	-5.43	9.13	10
	weibl.Pat.(ex) -1.89	3.13	3.50	-6.60	10.10	9
23	alle Pat.(ex) -1.29	2.97	4.64	-5.73	10.37	15
	maennl.Pat.(ex) .07	3.49	4.64	-3.90	8.54	6
	weibl.Pat.(ex) -2.20	2.34	2.20	-5.73	7.93	9
33	alle Pat.(ex) -.37	2.76	6.80	-5.32	12.12	16
	maennl.Pat.(ex) -.19	1.50	2.20	-2.90	5.10	7
	weibl.Pat.(ex) -.51	3.55	6.80	-5.32	12.12	9
32	alle Pat.(ex) .14	1.80	3.91	-4.43	8.34	20
	maennl.Pat.(ex) -.07	2.09	3.36	-2.50	5.86	11
	weibl.Pat.(ex) .38	1.44	3.91	-4.43	8.34	9
31	alle Pat.(ex) -.37	1.95	3.40	-4.85	8.25	22
	maennl.Pat.(ex) -.33	2.07	2.70	-2.83	5.53	13
	weibl.Pat.(ex) -.44	1.87	3.40	-4.85	8.25	9
41	alle Pat.(ex) -.41	1.82	4.10	-4.63	8.73	22
	maennl.Pat.(ex) -.14	2.02	2.80	-4.63	7.43	13
	weibl.Pat.(ex) -.81	1.49	4.10	-4.50	8.60	9
42	alle Pat.(ex) -.76	2.36	3.50	-7.35	10.85	20
	maennl.Pat.(ex) -.91	2.67	2.72	-7.35	10.07	11
	weibl.Pat.(ex) -.56	2.06	3.50	-3.90	7.40	9
43	alle Pat.(ex) -.15	2.29	7.50	-5.60	13.10	16
	maennl.Pat.(ex) .06	1.58	1.86	-2.40	4.26	7
	weibl.Pat.(ex) -.32	2.81	7.50	-5.60	13.10	9

Mittelwert, Standardabweichung, Range

Werte bei Abschluß der Behandlung (alle Zähne)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.	-.64	2.74	4.60	-5.41	10.01	29
maennl.Pat.	-.14	3.15	4.60	-4.10	8.70	8
weibl.Pat.	-.84	2.62	1.90	-5.41	7.31	21
12 alle Pat.	-1.04	2.44	3.50	-5.83	9.33	42
maennl.Pat.	-1.94	2.74	3.50	-5.83	9.33	16
weibl.Pat.	-.49	2.11	2.80	-5.31	8.11	26
11 alle Pat.	-1.08	2.72	6.50	-7.30	13.70	51
maennl.Pat.	-1.22	3.32	6.00	7.20	13.20	20
weibl.Pat.	-.99	2.31	6.50	-7.00	13.50	31
21 alle Pat.	-.81	2.74	5.50	-7.50	13.00	48
maennl.Pat.	-1.06	3.33	5.50	-7.50	13.00	20
weibl.Pat.	-.64	2.27	5.40	-6.50	11.90	28
22 alle Pat.	-1.51	2.37	3.70	-6.60	10.30	41
maennl.Pat.	-2.19	2.45	3.70	-5.43	9.13	15
weibl.Pat.	-1.12	2.29	3.50	-6.60	10.10	26
23 alle Pat.	-1.14	2.57	4.64	-5.73	10.37	28
maennl.Pat.	-.44	3.46	4.64	-3.90	8.54	7
weibl.Pat.	-1.38	2.25	2.20	-5.73	7.93	21
33 alle Pat.	-.04	2.67	6.80	-5.32	12.12	35
maennl.Pat.	-.58	1.86	2.20	-2.90	5.10	12
weibl.Pat.	.24	3.00	6.80	-5.32	12.12	23
32 alle Pat.	.31	2.01	3.91	-4.43	8.34	49
maennl.Pat.	-.19	2.05	3.36	-2.50	5.86	19
weibl.Pat.	.63	1.95	3.91	-4.43	8.34	30
31 alle Pat.	-.32	1.83	3.40	-4.85	8.25	52
maennl.Pat.	-.34	1.88	2.70	-2.83	5.53	21
weibl.Pat.	-.31	1.84	3.40	-4.85	8.25	31
41 alle Pat.	-.23	2.04	4.10	-4.63	8.73	52
maennl.Pat.	-.30	2.06	2.80	-4.63	7.43	21
weibl.Pat.	-.19	2.05	4.10	-4.50	8.60	31
42 alle Pat.	-.36	2.09	3.50	-7.35	10.85	49
maennl.Pat.	-.48	2.28	2.72	-7.35	10.07	19
weibl.Pat.	-.28	2.00	3.50	-3.90	7.40	30
43 alle Pat.	.03	2.78	7.50	-5.60	13.10	35
maennl.Pat.	-.32	1.37	1.86	-2.40	4.26	12
weibl.Pat.	.21	3.30	7.50	-5.60	13.10	23

Mittelwert, Standardabweichung, Range

Werte bei der Nachuntersuchung (alle Zähne)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.	.24	3.67	8.70	-6.40	15.10	17
maennl.Pat.	2.63	4.88	4.30	-5.40	9.70	6
weibl.Pat.	-1.06	2.08	8.70	-6.40	15.10	11
12 alle Pat.	-.23	2.30	4.40	-4.70	9.10	24
maennl.Pat.	-.44	3.30	4.40	-4.70	9.10	10
weibl.Pat.	-.09	1.34	3.50	-2.90	6.40	14
11 alle Pat.	-.09	2.79	4.60	-8.40	13.00	28
maennl.Pat.	-.33	3.71	4.60	-8.40	13.00	13
weibl.Pat.	.12	1.76	4.25	-3.50	7.75	15
21 alle Pat.	.40	2.45	4.80	-5.10	9.90	28
maennl.Pat.	.42	2.72	4.80	-5.10	9.90	13
weibl.Pat.	.38	2.28	3.80	-2.60	6.40	15
22 alle Pat.	-.76	2.41	3.90	-5.80	9.70	24
maennl.Pat.	-.82	2.73	2.80	-5.80	8.60	10
weibl.Pat.	-.71	2.26	3.90	-4.40	8.30	14
23 alle Pat.	0.00	3.09	5.10	-8.20	13.30	16
maennl.Pat.	2.08	2.48	5.10	-2.40	7.50	5
weibl.Pat.	-.95	2.95	3.60	-8.20	11.80	11
33 alle Pat.	.98	2.11	6.00	-2.30	8.30	19
maennl.Pat.	.54	1.47	4.40	-1.90	6.30	7
weibl.Pat.	1.24	2.44	6.00	-2.30	8.30	12
32 alle Pat.	-.02	2.18	4.70	-4.80	9.50	26
maennl.Pat.	-.33	2.55	4.00	-4.80	8.80	12
weibl.Pat.	.25	1.86	4.70	-2.80	7.50	14
31 alle Pat.	.10	1.56	2.30	-3.50	5.80	28
maennl.Pat.	.54	.88	2.30	-3.10	5.40	13
weibl.Pat.	-.29	1.92	1.80	-3.50	5.30	15
41 alle Pat.	.25	2.12	2.80	-3.90	6.70	28
maennl.Pat.	.48	2.13	2.80	-3.05	5.85	13
weibl.Pat.	.05	2.17	2.80	-3.90	6.70	15
42 alle Pat.	-.24	2.32	3.50	-3.98	7.48	27
maennl.Pat.	-.72	2.15	2.18	-3.75	5.93	12
weibl.Pat.	.14	2.46	3.50	-3.98	7.48	15
43 alle Pat.	.51	2.72	6.00	-4.10	10.10	20
maennl.Pat.	.43	3.20	3.40	-4.10	7.50	7
weibl.Pat.	.55	2.57	6.00	-2.90	8.90	13

Werte bei der Nachuntersuchung, (ex)

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13	alle Pat.(ex) .43	4.53	8.70	-6.40	15.10	11
	maennl.Pat.(ex) 2.63	4.88	4.30	-5.40	9.70	6
	weibl.Pat.(ex) -2.22	2.35	8.70	-6.40	15.10	5
12	alle Pat.(ex) -.06	2.70	4.40	-4.70	9.10	14
	maennl.Pat.(ex) .03	3.12	4.40	-4.70	9.10	9
	weibl.Pat.(ex) -.24	2.06	3.50	-2.90	6.40	5
11	alle Pat.(ex) .03	3.38	4.60	-8.40	13.00	16
	maennl.Pat.(ex) -.30	3.74	4.60	-8.40	13.00	11
	weibl.Pat.(ex) .76	2.65	4.25	-3.50	7.75	5
21	alle Pat.(ex) .98	2.70	4.80	-5.10	9.90	16
	maennl.Pat.(ex) .65	2.81	4.80	-5.10	9.90	11
	weibl.Pat.(ex) 1.70	2.58	3.80	-2.60	6.40	5
22	alle Pat.(ex) -.46	2.66	3.90	-5.80	9.70	14
	maennl.Pat.(ex) -.27	2.23	2.80	-5.80	8.60	9
	weibl.Pat.(ex) -.82	3.58	3.90	-4.40	8.30	5
23	alle Pat.(ex) -.13	3.75	5.10	-8.20	13.30	10
	maennl.Pat.(ex) 2.08	2.48	5.10	-2.40	7.50	5
	weibl.Pat.(ex) -2.34	3.65	3.60	-8.20	11.80	5
33	alle Pat.(ex) 1.06	2.38	6.00	-2.30	8.30	11
	maennl.Pat.(ex) .53	1.61	4.40	-1.90	6.30	6
	weibl.Pat.(ex) 1.70	3.16	6.00	-2.30	8.30	5
32	alle Pat.(ex) -.11	2.30	4.70	-4.80	9.50	15
	maennl.Pat.(ex) -.18	2.77	4.00	-4.80	8.80	10
	weibl.Pat.(ex) .02	1.13	4.70	-2.80	7.50	5
31	alle Pat.(ex) .42	1.59	2.30	-3.50	5.80	16
	maennl.Pat.(ex) .71	.85	2.30	-3.10	5.40	11
	weibl.Pat.(ex) -.22	2.64	1.80	-3.50	5.30	5
41	alle Pat.(ex) .56	2.21	2.80	-3.90	6.70	16
	maennl.Pat.(ex) .56	2.02	2.80	-3.05	5.85	11
	weibl.Pat.(ex) .56	2.85	2.80	-3.90	6.70	5
42	alle Pat.(ex) -.84	2.06	3.50	-3.98	7.48	15
	maennl.Pat.(ex) -1.10	2.06	2.18	-3.75	5.93	10
	weibl.Pat.(ex) -.32	2.21	3.50	-3.98	7.48	5
43	alle Pat.(ex) .88	3.21	6.00	-4.10	10.10	11
	maennl.Pat.(ex) .68	3.43	3.40	-4.10	7.50	6
	weibl.Pat.(ex) 1.12	3.30	6.00	-2.90	8.90	5

Werte bei der Nachuntersuchung, nonex

Variable	Mittelwert	Standardabweichung	groesst. Wert	kleinst. Wert	Range	Anzahl
13 alle Pat.(nonex)	-.10	1.32	8.70	-6.40	15.10	6
weibl.Pat.(nonex)	-.10	1.32	8.70	-6.40	15.10	6
12 alle Pat.(nonex)	-.47	1.70	4.40	-4.70	9.10	10
weibl.Pat.(nonex)	-.00	.87	3.50	-2.90	6.40	9
11 alle Pat.(nonex)	-.26	1.85	4.60	-8.40	13.00	12
weibl.Pat.(nonex)	-.20	1.16	4.25	-3.50	7.75	10
21 alle Pat.(nonex)	-.36	1.90	4.80	-5.10	9.90	12
weibl.Pat.(nonex)	-.27	1.93	3.80	-2.60	6.40	10
22 alle Pat.(nonex)	-1.16	2.08	3.90	-5.80	9.70	10
weibl.Pat.(nonex)	-.65	1.37	3.90	-4.40	8.30	9
23 alle Pat.(nonex)	.22	1.79	5.10	-8.20	13.30	6
weibl.Pat.(nonex)	.22	1.79	3.60	-8.20	11.80	6
33 alle Pat.(nonex)	.88	1.84	6.00	-2.30	8.30	8
weibl.Pat.(nonex)	.92	1.98	6.00	-2.30	8.30	7
32 alle Pat.(nonex)	.11	2.09	4.70	-4.80	9.50	11
weibl.Pat.(nonex)	.38	2.21	4.70	-2.80	7.50	9
31 alle Pat.(nonex)	-.33	1.47	2.30	-3.50	5.80	12
weibl.Pat.(nonex)	-.32	1.63	1.80	-3.50	5.30	10
41 alle Pat.(nonex)	-.17	2.01	2.80	-3.90	6.70	12
weibl.Pat.(nonex)	-.21	1.86	2.80	-3.90	6.70	10
42 alle Pat.(nonex)	.51	2.50	3.50	-3.98	7.48	12
weibl.Pat.(nonex)	.37	2.66	3.50	-3.98	7.48	10
43 alle Pat.(nonex)	.05	2.08	6.00	-4.10	10.10	9
weibl.Pat.(nonex)	.19	2.17	6.00	-2.90	8.90	8

Test der Varianzen auf Gleichheit

Werte nach der Behandlung ex zu nonex

Nullhypothese $H_0 \left(\frac{s_1^2}{s_2^2} = 1 \right)$ Alternativhypothese $\frac{s_1^2}{s_2^2} \neq 1$

Variable	Testwert $\hat{F} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$	Schwellenwert
13	$\frac{2,94^2}{2,54^2} = 1,34$	(15,12) 2,62
12	$\frac{2,75^2}{2,05^2} = 1,80$	(19,21) 2,11
11	$\frac{3,05^2}{2,34^2} = 1,70$	(21,28) 1,96
21	$\frac{3,09^2}{2,35^2} = 1,73$	(20,26) 1,99
22	$\frac{2,55^2}{2,12^2} = 1,45$	(18,21) 2,12
23	$\frac{2,97^2}{2,12^2} = 1,96$	(14,12) 2,64
33	$\frac{2,76^2}{2,62^2} = 1,11$	(15,18) 2,27
32	$\frac{2,17^2}{1,80^2} = 1,45$	(28,19) 2,08
31	$\frac{1,95^2}{1,78^2} = 1,20$	(21,29) 2,02
41	$\frac{2,20^2}{1,82^2} = 1,46$	(29,21) 2,02
42	$\frac{2,36^2}{1,88^2} = 1,58$	(19,28) 1,97
43	$\frac{3,19^2}{2,29^2} = 1,94$	(18,15) 2,35

t-Test der Unterschiede ex zu nonex nach der Behandlung aller Patienten

Variable	Differenz der Mittelwerte	$\hat{t}$ -Wert	Freiheitsgrad	Differenz signifikant
13	0,7	0,67694	27	nein
12	-1,09	-1,46510	40	nein
11	-1,28	-1,69720	49	nein
21	-1,23	-1,56760	46	nein
22	-1,19	-1,63190	39	nein
23	-0,32	-0,32327	26	nein
33	-0,61	-0,66967	33	nein
32	-0,30	-0,50880	47	nein
31	-0,09	-0,17301	50	nein
41	-0,31	-0,53900	50	nein
42	-0,67	-1,10430	47	nein
43	-0,33	-0,34527	33	nein

Werte nach der Behandlung zu Werte bei der Nachuntersuchung

Variable	Testwert $\hat{F}$	Schwellenwert
13	1,79400	(16,28) 2,02
12	1,12540	(41,24) 1,89
11	1,0521	(27,50) 1,70
21	1,2507	(47,27) 1,81
22	1,034	(23,40) 1,78
23	1,4456	(15,27) 2,06
33	1,6012	(34,18) 2,07
32	1,1763	(25,48) 1,75
31	1,3761	(51,27) 1,81
41	1,08	(27,51) 1,72
42	1,2322	(26,48) 1,73
43	1,0446	(34,19) 2,07

Test der Unterschiede der Werte nach der Behandlung zu den Werten
bei der Nachuntersuchung

Variable	Differenz der Mittelwerte	$\hat{t}$ -Wert	Freiheits- grad	Differenz signifikant
13	-0,88	-0,92618	44	nein
12	-0,81	-1,3241	64	nein
11	-0,99	-1,5335	77	nein
21	-1,21	-1,929	74	nein
22	-0,75	-1,2237	63	nein
23	-1,14	-1,3147	42	nein
33	-1,02	-1,4373	52	nein
32	0,33	0,65711	73	nein
31	-0,42	-1,029	78	nein
41	-0,48	-0,99019	78	nein
42	-0,12	-0,23034	74	nein
43	-0,48	-0,62075	53	nein

Test der Varianzen auf Gleichheit

Werte nach der Behandlung, σ^2 zu σ^2

Variable	Testwert F	Schwellenwert
13	1,4455	(7,20) 3,70
12	1,6863	(15,25) 2,85
11	2,0656	(19,31) 2,57
21	2,152	(19,27) 2,66
22	1,1446	(14,25) 2,89
23	2,3648	(6,20) 3,87
33	2,6018	(22,11) 4,06
32	1,1052	(18,29) 2,63
31	1,044	(20,30) 2,55
41	1,0098	(20,30) 2,55
42	1,2996	(18,29) 2,63
43	5,8021	(22,11) 4,10

t-Test der Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen

Patienten nach der Behandlung

Variable	Differenz der Mittelwerte	t-Wert	Freiheitsgrad	Differenz signifikant
13	0,70	0,60886	27	nein
12	-1,45	-1,9288	40	nein
11	-0,23	-0,29203	49	nein
21	-0,42	-0,52021	46	nein
22	-1,07	-1,4062	39	nein
23	0,94	0,83478	26	nein
33	-0,82	-0,86096	33	nein
32	-0,82	-1,4062	47	nein
31	-0,03	-0,057188	50	nein
41	-0,11	-0,18949	50	nein
42	-0,20	-0,32304	47	nein
43	-0,53	-0,53000	33	nein

Berechnung des Korrelationskoeffizient zwischen Behandlungsdauer und dem Resorptionsgrad.

Variable	Korrelationskoeffizient	Anzahl	Abhängigkeit
13	-.11	29	nein
12	-.02	42	nein
11	.05	51	nein
21	-.02	48	nein
22	.11	41	nein
23	-.12	28	nein
33	-.02	35	nein
32	.12	49	nein
31	.05	52	nein
41	-.07	52	nein
42	.20	49	nein
43	.21	35	nein

Histogramm

Variable : Behandlungsbeginn

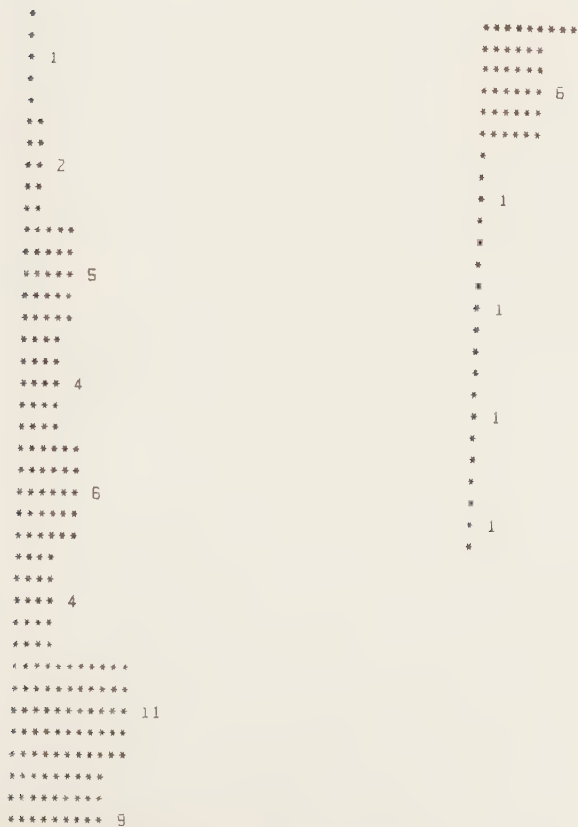
untere Schranke 90

obere Schranke 210

Anzahl der Klassen 13

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

90 $\leq x < 100$	1
100 $\leq x < 110$	2
110 $\leq x < 120$	5
120 $\leq x < 130$	4
130 $\leq x < 140$	6
140 $\leq x < 150$	4
150 $\leq x < 160$	11
160 $\leq x < 170$	9
170 $\leq x < 180$	6
180 $\leq x < 190$	1
190 $\leq x < 200$	1
200 $\leq x < 210$	1



Histogramm

Variable : 13

untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 5

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

$-8 \leq x < -6$	0
$-6 \leq x < -4$	5
$-4 \leq x < -2$	4
$-2 \leq x < 0$	6
$0 \leq x < 2$	11
$2 \leq x < 4$	2
$4 \leq x < 6$	1
$6 \leq x < 8$	0

```

2
*****
*****
***** 5
*****
*****
*****
*****
**** 4
****
****
*****
*****
***** 6
*****
*****
*****
***** 11
*****
*****
**
**
** 2
**
**
*
*
* 1
*
*
0

```


Histogramm

Variable : 11

untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 8

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

-8 <= x < -6	2
-6 <= x < -4	2
-4 <= x < -2	15
-2 <= x < 0	14
0 <= x < 2	14
2 <= x < 4	2
4 <= x < 6	0
6 <= x < 8	2

```

**
**
** 2
**
**
**
**
** 2
**
**
*****
*****
***** 15
*****
*****
*****
***** 14
*****
*****
*****
***** 14
*****
*****
*****
**
**
** 2
**
**
0
**
**
** 2
**

```

**

Histogramm

Variable = 21

untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 8

Intervallgrenzen absolute Haeufigkeit

-8 <= x < -6	2
-6 <= x < -4	1
-4 <= x < -2	11
-2 <= x < 0	18
0 <= x < 2	8
2 <= x < 4	5
4 <= x < 6	2
6 <= x < 8	0

**

**

** 2

**

**

**

**

** 1

**

**

***** 11

***** 18

***** 8

***** 6

***** 2

0

Histogramm

Variable : 33

untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 8

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

-8 ≤ x < -6	0
-6 ≤ x < -4	3
-4 ≤ x < -2	5
-2 ≤ x < 0	8
0 ≤ x < 2	13
2 ≤ x < 4	3
4 ≤ x < 6	2
6 ≤ x < 8	1

```

0
***
***
*** 3
***
***
*****
*****
***** 5
*****
*****
*****
***** 8
*****
*****
*****
***** 13
*****
*****
*****
***
***
*** 3
***
***
**
**
** 2
**
**
*
*
* 1
*

```


Histogramm

Variable : 31

untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 8

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

-8 <= x < -6	0
-6 <= x < -4	2
-4 <= x < -2	8
-2 <= x < 0	22
0 <= x < 2	14
2 <= x < 4	6
4 <= x < 6	0
6 <= x < 8	0

```

0
**
**
** 2
**
**
*****
*****
***** 8
*****
*****
*****
*****
*****
***** 22
*****
*****
*****
*****
*****
***** 14
*****
*****
*****
*****
*****
***** 6
*****
*****
0
0

```

Histogramm

Variable : 41

untere Schranke

obere Schranke

Anzahl der Klassen

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

8	6	0
6	4	3
4	2	9
2	0	13
0	2	21
2	4	5
4	6	1
6	8	0

```

0
***
***
*** 3
***
***
*****
*****
***** 9
*****
*****
*****
*****
***** 13
*****
*****
*****
*****
***** 21
*****
*****
*****
*****
***** 5
*****
*****
*
*
* 1
*
*
0

```

Histogramm

Variable : 12

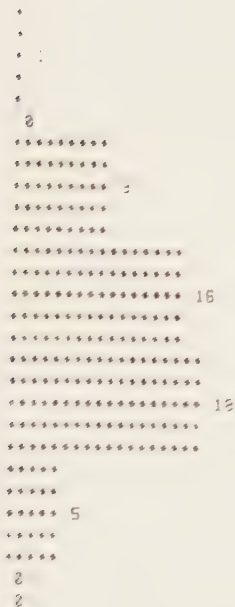
untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 8

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

-8 <= x < -6	1
-6 <= x < -4	2
-4 <= x < -2	3
-2 <= x < 0	16
0 <= x < 2	18
2 <= x < 4	5
4 <= x < 6	0
6 <= x < 8	0



Histogramm

Variable : 43

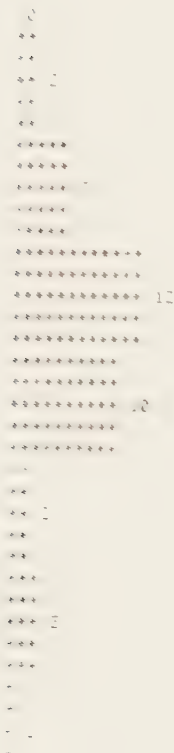
untere Schranke : -8

obere Schranke : 8

Anzahl der Klassen : 8

Intervallgrenzen absolute Häufigkeit

-8	<=	<	-6	2
-6	<=	<	-4	1
-4	<=	<	-2	1
-2	<=	<	0	1
0	<=	<	2	2
2	<=	<	4	1
4	<=	<	6	1
6	<=	<	8	1



10. DANKSAGUNG

Für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Anregungen während der Arbeit möchte ich Frau Prof. Dr. Ingrid Janson meinen Dank aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Dr. M. Janson für die Überlassung des Untersuchungsgutes von der Universität Bergen sowie für die wertvollen Hinweise bei der Durchführung und Ausarbeitung der Arbeit.

Großen Dank schulde ich auch Herrn Prof. Dr. E. Unsinn (Fachhochschule Rosenheim) für die allgemeine wissenschaftlich-statistische Beratung und Erstellung der Computerstatistik.

LEBENS LAUF

Nahme:	Taatz
Vorname:	<u>Ralph</u> Hermann
geboren am:	15.Mai 1950
geboren in:	Halle/Saale
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Familienstand:	geschieden
Name des Vaters:	Prof. Dr.Hermann Taatz
Beruf des Vaters:	Zahnarzt
Nahme der Mutter:	Prof. Dr. Hanna Taatz,geb.Walter
Beruf der Mutter:	Zahnärztin
1956-1964:	Besuch der Grundschule in Halle/S.
1964-1968:	Besuch der erweiterten August-Hermann-Franke Oberschule in Halle/S.
1968-1973	Studium der Zahnheilkunde an der Martin Luther Universität Halle- Wittenberg
November 1973:	Staatsexamen in der Zahnheilkunde
1973-1976:	Assistenz Zahnarzt in der Klinik und Poliklinik für Stomatologie der Martin Luther Universität Halle-Wittenberg
1977-1979:	Zahnarzt im Landambulatorium Löbnitz(Bezirk Leipzig,DDR)
1979-1981:	Studium der Medizin an der Martin Luther Universität Halle- Wittenberg
1981-1982:	Politische Haft in der DDR(1984 vom Generalstaatsanwalt in München für unzulässig erklärt)

1982-1983:

Zahnarzt in der Betriebspoli-
klinik Leuna (Bezirk Halle, DDR)

Dezember 1983:

Offizielle Übersiedlung in die BRD

April-Juni 1984:

Pflichtassistentenzeit bei Zahnärztin
Christa Köhler, München 80, Stunzstr. 2

seit Juli 1984:

Zahnarzt in eigener Niederlassung
in München 80, Berg am Laim Str. 147

seit September 1987:

Studium der Medizin an der

Universität München (3. Studienabschnitt, PJ)

in München (3. Studienabschnitt, PJ)







